

प्राकृतिक भूगोल तथा भूतत्त्व

की

पृष्ठभूमि

[A BACKGROUND OF PHYSICAL GEOGRAPHY
AND GEOLOGY]

द्वितीय परिवर्धित तथा संशोधित संस्करण

[प्रयाग एवं सागर विश्वविद्यालयों द्वारा स्वीकृत]

रचयिता

जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव

एम० ए०, एम० एस०—सी०, पी० ई० एस्०

भूमिका लेखक

डा० रामलोचन सिंह—अध्यक्ष भूगोल विभाग—काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

डा० सिताम् मुकर्जी—अध्यक्ष भूगोल विभाग—नागपुर विश्वविद्यालय

डा० विद्यासागर दुबे—प्राध्यापक भूगर्भ विभाग—काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

प्रकाशक

सरोज प्रकाशन

कटरा, प्रयाग-२

प्रकाशक

रामचन्द्र शर्मा

सरोज प्रकाशन

प्रयोग २

सर्वाधिकार सुरक्षित । इस पुस्तक में निहित सामग्री, विषय की अन्तर्धस्तु
अथवा चित्र का कोई भी अंश किसी भी रूप में लेखक की लिखित अनुमति
के बिना प्रकाशित करना जुर्म है ।

भूमिका

हमारे स्वतन्त्र भारत में हिन्दी के सर्वमान्य भाषा हो जाने पर ही, इस भाषा में वैज्ञानिक विषयों पर लिखी गई पुस्तकों की कमी है। इस विषय में श्री जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव प्रयत्नशील दिखलाई पड़ते हैं। हिन्दी में भूगोल की अनेक पुस्तकें लिखकर श्रीवास्तव जी ने विषय की काफी सेवा की है।

वर्तमान समय में विशेषकर देश में हिन्दी के प्रसार के कारण भूगोल के विद्यार्थियों को प्रकृतिक भूगोल के अध्ययन में अधिक कठिनाई उठानी पड़ती है और प्राकृतिक भूगोल जैसे वैज्ञानिक तथा कठिन विषय पर हिन्दी में पुस्तकों का अभाव अधिक खटकता है। श्रीवास्तवजी ने अपने अध्ययन-काल में भूगोल के साथ-साथ भूगर्भशास्त्र का भी अध्ययन किया है, अतः वे प्रस्तुत पुस्तक लिखने के लक्ष्यपूर्वक अधिकारी हैं। इस पुस्तक में प्राकृतिक भूगोल के प्रायः प्रत्येक अंग पर यथोष्ठ प्रकाश डालने का प्रयत्न किया गया है। कालिब के विद्यार्थी इससे विशेष लाभान्वित होंगे।

श्रीवास्तवजी ने अंग्रेजी शब्दों का रूपान्तर करने में संस्कृत से अधिक सहायता ली है। भूगोल की पुस्तकों में रेखा-चित्रों की बहुलता अनिवार्य है—इस दृष्टिकोण से भी यह पुस्तक सराहनीय है।

मेरी हार्दिक शुभ-कामना है कि श्रीवास्तवजी अपनी सचना में सफल हों।

राम लोचन सिंह

प्रधानाध्यापक, भूगोल-विभाग

काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

काशी

अक्षय-नौमी

सन १९५५ ई०

प्रथम संस्करण का निवेदन

राष्ट्रभाषा हिन्दी में उच्च-कक्षाओं के योग्य भूगोल विषयक उत्तम ग्रन्थों का निरन्तर अभिषेक है। दूसरी ओर, हिन्दी क्षेत्र के अनेक विश्वविद्यालयों में इस विषय के पठन-पाठन का उपक्रम हिन्दी माध्यम द्वारा ही हो रहा है। ऐसी अवस्था में मैंने अमर भारती के एक अकिचन सेवक के नाते, 'प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि' प्रस्तुत करने का तुच्छ प्रयास किया है।

× × ×

इस ग्रन्थ को मैंने चार खण्डों में बाँट दिया है—(१) स्थलमण्डल (२) जलमण्डल, (३) वायुमण्डल तथा (४) सिद्धान्त एव वाद। इनके शीर्षक हैं—क्रमशः अवनि, उदधि, अन्तरिक्ष तथा भूसैद्धान्तिकी।

आज से छह वर्ष पूर्व जब मैं रौबर्टसन कालिज जबलपुर में अध्यापन का कार्य करता था, तभी मैंने 'जलधि' शीर्षक एक पुस्तिका लिखी थी। किन्हीं मानवजन्य परिस्थितियों के कारण उसका प्रकाशन संभव न हो सका। प्रस्तुत द्वितीय खंड 'उदधि', जलधि का ही संक्षिप्त एवं संशोधित रूप है। इसी प्रकार सन् १९५०-५१ में नागपुर विश्वविद्यालय की एम० ए० कक्षा का अध्यापन कार्य करते समय मैंने 'भूसैद्धान्तिकी' शीर्षक एक ग्रन्थ लिखा था। इसमें मैंने भूगोल एव भूगर्भशास्त्र के प्रायः सभी सिद्धान्तों की रूपरेखाएँ प्रस्तुत करने की चेष्टा की थी। विन्ध्य-प्रदेश शासन ने इसी ग्रन्थ पर 'लाल-पुरस्कार' प्रदान किया था। प्रस्तुत चतुर्थ खंड 'भूसैद्धान्तिकी' की काट-छाँट है। मेरा एक विचार और था जलवायु विज्ञान सम्बन्धी पंचम खण्ड प्रस्तुत करने का। इसके अन्तर्गत जलवायु के वृत्तों (Phenomena) की तथासत्सार के जलवायु-विभागों की—विवेचना होती, किन्तु ऐसी दशा में यह ग्रन्थ इस विषय के हिन्दी के अन्य ग्रन्थों की तुलना में असाधारण रूप से बड़ा हो जाता। अतएव, मुझे यह विचार त्याग देना पड़ा। प्रस्तुत पुस्तक के कुछ अक्ष सपरिवर्तित रूप में विभिन्न पत्र-पत्रिकाओं में भी प्रकाशित हो चुके हैं—उदाहरण के लिये भूसैद्धान्तिकी के अनेक प्रकरण 'विज्ञान' (विज्ञान परिषद्, प्रयाग) में।

× × ×

इस कृति की प्रमुख विशेषताएँ निम्नांकित हैं :—

- (१) ग्रन्थारम्भ में विस्तृत विषय-सूची दी गई है, जिससे पाठक को अन्तर्वस्तु का सरलता से बोध हो सके।
- (२) विषय का प्रतिपादन अत्यन्त संक्षेप में किया गया है। आधुनिक प्रवृत्ति के अनुरूप तो यह है ही, परीक्षा की दृष्टि से भी यह उपयोगी है।
- (३) भौगोलिक तथ्य अत्यन्त सरल एवं स्पष्ट रूप से प्रस्तुत किये गये हैं।
- (४) उदाहरण यथासंभव भारतवर्ष से ही दिये गये हैं।
- (५) स्पष्टीकरण के लिये अधिक से अधिक चित्रों की व्यवस्था की गई है। हिन्दी की वर्तमान भूगोल विषयक पुस्तकों में किसी में भी इतने चित्र नहीं हैं।
- (६) नवीन से नवीनतम वृत्तों (Phenomena) एव सिद्धान्तों का समावेश कर दिया है।

(७) भूगोल में नियत पाठ्यक्रमों और परीक्षा में पूछे गये प्रश्नों को चूं-द्र मानकर इस कृति की रचना हुई है।

(८) सर्वत्र राष्ट्रभाषा का व्यवहार किया गया है। प्रयुक्त भाषा संस्कृत-मयी एवं प्राञ्जल होते हुए भी सर्वत्र बोधगम्य है।

(९) विषय विन्यास मेरा अपना है।

(१०) परिच्छेदों अथवा खण्डों के अन्त में विभिन्न परीक्षाओं में पूछे गए प्रश्नों की सूची दे दी गई है।

×

×

×

मेरे संक्षेप में लिखने का एक कारण यह भी है, कि यदि मैं अधिक विन्यास से लिखता तो यह स्वाभाविक ही था कि पारिभाषिक शब्द भी अधिक मात्रा में आते जिससे ग्रन्थ की क्लिष्टता बढ़ जाती। पुस्तक को यथासंभव सरल एवं सुबोध बनाने के लिये मैंने अपनी मौलिक कृति का पाँच बार पुनरीक्षण (Revision) किया है। क्लिष्टता की दुहाई देनवाले पाठकों के लिये मैंने अन्तर्वस्तु का इस प्रकार प्रस्तुतीकरण सरल कर दिया है, किन्तु यदि मैंने सच्चे हृदय से पूछे तो मैं यह अनुभव करता हूँ कि मैंने पुस्तक का जितना ही बोधगम्य बनाने का प्रयास किया है, अन्तर्वस्तु यथार्थता से उतना ही दूर हटती चला गई है। भविष्य में जब पाठक पारिभाषिक शब्दों से यथेष्ट परिचित हो जायेंगे—तब मैं अपनी मूल कृति प्रस्तुत कर सकूँ।

×

×

×

प्रयुक्त पारिभाषिक शब्दावली के सम्बन्ध में मैं दो शब्द कहना चाहूँगा। वर्तमान समय में आलोचना की यह निराली प्रणाली निकली है, कि पारिभाषिक शब्दों की आँखें लेकर किसी भी कृति की निन्दा करना। मैंने भौगोलिक शब्दों के हिन्दी ममानार्थी अधिकांशतः डा० रघुवीर के महाकाश से लिये हैं। इस महाकाश के शत प्रतिशत शब्द न सही, तो अधिकांश निश्चिततः यथार्थ अर्थ के होते हैं। शेष शब्दों का स्थान कालान्तर में, उपयुक्त शब्द स्वयं ले लेंगे। जब भी मेरे समक्ष पारिभाषिक शब्दों की समस्या आई, मैंने अनेक विद्वानों एवं सस्थाओं में सहायता की प्रार्थना की, किन्तु कोई भी मदद नहीं मिली—इस विनाशात्मक आलोचना (Destructive criticism) के लिये अभी आग है। जहाँ तक मेरे सीमित ज्ञान का सम्बन्ध है, इस समय भारतवर्ष में, उच्च-विज्ञानों के पारिभाषिक शब्दों के लिए डा० रघुवीर के महाकाश के अतिरिक्त कोई अन्य सहायक ग्रन्थ अस्तित्व में नहीं है। केन्द्रीय अथवा प्रान्तीय सरकारों (मध्य प्रदेश के अतिरिक्त), सम्मेलन, नागरी-प्रचारिणी आदि द्वारा प्रकाशित शब्दावलियाँ निरान्त अल्प और निम्न स्तर के छात्रों के लिये ही उपयोगी हैं।

एक सज्जन ने मुझसे शिकायत की कि आपने जान-बूझकर क्लिष्ट शब्द प्रयुक्त किये हैं, Erosion के लिये आप 'कटाव' का प्रयोग कर सकते हैं पर आपने 'अपक्षरण' जैसा क्लिष्ट शब्द प्रयुक्त किया है। मैंने उनमें मध्य निवेदन किया कि भूगोल में Erosion से थोड़े ही भिन्न अर्थ में और भी अनेक शब्द प्रयुक्त होते हैं जैसे Corrasion, Abrasion आदि, उनके लिये आप कौन से शब्द प्रयुक्त करेंगे। तब उन्होंने डा० रघुवीर के महाकाश को उपयुक्तता स्वीकार कर ली। भूगोल एवं भूगर्भशास्त्र के अधिकारी विद्वान् डा० रघुवीर की शब्दावली का समर्थन मैंने ही

अपितु संस्तुति भी करते हैं। भारतीय भौमिकीय सर्वेक्षण विभाग (Geological Survey of India) के सचालक डाक्टर एम० एस० कृष्णन् भी ऐतिहासिक भौमिकी पर प्रामाणिक रचना का अभिनवकाल में हिन्दी अनुवाद प्रकाशित हुआ है। यह अनुवाद उन्ही की विदुषी कन्या ने, जो मद्रासी होते हुए भी हिन्दी की कुशल विद्वान हैं, किया है। उसमें भी डा० रघुवीर के कोश का उपयोग किया गया है। डा० कृष्णन् जैसे भूगर्भ एव प्राकृतिक भूगोल के शिखर के विद्वान् द्वारा डा० रघुवीर के महाकोश का समर्थन एव उपयोग—प्रस्तुत पुस्तिका में प्रयुक्त शब्दावली के पक्ष में सबसे बड़ा पोषक (Support) है। अल्पज्ञों की आलोचना के भय से पुस्तक को बाजारू बनाना मुझे स्वीकार नहीं।

× × ×

भाषा के विषय में भी मेरा अपना दृष्टिकोण है। मेरी यह दृढ धारणा है कि भूगोल ही नहीं, किसी भी वैज्ञानिक विषय के अध्ययन के लिये पाठको को अपना स्तर ऊँचा करना होगा—यें वैज्ञानिक विषय सर्वजन सुलभ होने के लिये स्वयं अपना स्तर ही नहीं न करेगे। बोलचाल की भाषा में किसी गभीर विषय पर वैज्ञानिक स्तर की पुस्तक लिखना असंभव है। जिसने भी इस दिशा में थोड़ा भी प्रयास किया होगा, उसने इसका अनुभव अवश्य किया होगा। फिर भी, यदि किसी सज्जन को मेरी भाषा क्लिष्ट लगे तो वे अंग्रेजी में भूगोल के प्रामाणिक ग्रन्थ—Woolridge, S. W. and Morgan, R S—The Physical Basis of Geography An Outline of Geomorphology का मुलाहिजा फरमावे और फिर कहे कि मेरी कृति वास्तव में क्लिष्ट है।

× × ×

इस ग्रन्थ की रचना में मेरी अन्य सीमायें भी रही हैं। उदाहरण के लिये अध्यापन कार्य करते समय मैंने यह अनुभव किया है, कि बी० ए० परीक्षा के कला के छात्रों के मस्तिष्क में विज्ञान एव गणित के तथ्य कठिनता से प्रविष्ट होते हैं। मैंने शिला सम्बन्धी प्रथम प्रकरण टिरेल की शिलाशास्त्र (Petrology) के आधार पर तैयार किया था, किन्तु जब मैंने देखा कि कला के छात्रों को शिलाओं के नाम तक नहीं याद होते—सरचना आदि की बात तो अलग रही—तब मैंने उसे अलग कर दिया और प्रस्तुत परिच्छेद लिखा। मुझे इससे तनिक भी सन्तोष नहीं। फिर भी, वर्तमान परिस्थितियों में, मैंने ग्रन्थ का श्रीगणेश—छात्रों की दृष्टि में क्लिष्ट प्रकरण से न कर अपनी दृष्टि में नितान्त असन्तोषप्रद प्रकरण से ही करना उचित समझा। भविष्य में, जब पाठको के हृदय से क्लिष्टता का भूत निकल जायगा, मैं शिलाविषयक अपने प्रथम प्रयास को प्रस्तुत करूँगा।

पुस्तक के विस्तार को घटाने के लिये मैंने वर्णनात्मक भाग को अत्यन्त संक्षेप में दिया है—जैसे मैदान, पठार अथवा झील की मानवीय महत्ता। इन विषयों पर मोटे-मोटे ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं। शब्दों की यह मितव्ययता मैंने भौगोलिक सिद्धान्तों के विवेचन में नहीं की है। अनेक कारणों से, जिनमें कुछ का उत्तर-दायित्व मुझ पर भी है—इस पुस्तक के प्रकाशन में असामान्य रूप से दीर्घकाल लगा है। फिर भी मुद्रण सम्बन्धी अनेक त्रुटियाँ रह गई हैं। इसका एक कारण यह भी था, कि मेरे आदेशों के विपरीत, अन्तिम प्रूफ मुझे दिखलाये बिना ही पुस्तक छाप दी गई। सहृदय पाठकों से यही निवेदन है कि वे इस समय क्षीर-नीर विवेक से काम लें और त्रुटियों के फ़िरे मुझे क्षमा प्रदान करें। दूसरे संस्करण में इन त्रुटियों का परिहार अवश्य कर दिया जायगा।

हिन्दी में अपने ढंग का यह प्रथम ग्रन्थ हो सकता है, किन्तु मौलिकता का मिथ्या अभिमान मैं नहीं करना चाहता। वस्तुतः इस प्रकार का कोई ग्रन्थ सर्वांगित, मौलिक हो भी नहीं सकता। अंग्रेजी के अनेक प्रामाणिक ग्रन्थों में जो बिखरा पड़ा है—मैं उसे ही सक्षिप्त, क्रमबद्ध तथा यथासभव भारतीय उदाहरणों द्वारा पुष्टकर व्याख्यान के रूप में अपने छात्रों को देता हूँ। ये व्याख्यान ही प्रस्तुत पुस्तिका की आधारभूत सामग्री हैं। स्थानाभाव के कारण उन्हें और भी सक्षेप में प्रस्तुत किया गया है।

जिन कृतियों से सहायता ली गई है, उनकी सूची यत्र-तत्र दे दी गई है। भौतिक भूगोल के क्षेत्र में मुझे फिलिप लेक ने सबसे अधिक प्रभावित किया है। उनकी रचना मेरी दृष्टि में सर्वोत्कृष्ट एवं अनुपम है। कदाचित् मेरी यह कृति उनकी छाया से मुक्त नहीं रह सकी है। उनके प्रति मेरा ऋण इतना छोटा नहीं है कि आभार-प्रदर्शन से मार्जित हो जाय।

×

×

×

गुरुवर स्वर्गीय डा० एच० एल० छिब्वर ने उदधि खण्ड के प्रकरणों के शीर्षक सुझाये हैं। उन्हें शत शत प्रणाम। आदरणीय प्रिन्सिपल श्री हृदयनारायण सिंह जी एम० एल० सी० से मुझे प्रेरणा और प्रोत्साहन मिला है। उन्हें धन्यवाद देना धृष्टता होगी। टी० डी० डिग्री कालिज जौनपुर के पुस्तकाध्यक्ष श्री रणजयसिंह मेरे ऊपर विशेष कृपालु रहे हैं। उन्हीं के सौजन्य से मुझे अधिकांश सहायक ग्रन्थ सुलभ हो सके हैं। अनेक देवी-दवताओं ने पुस्तक के प्रणयन में अन्य रीतियों से सहयोग दिया है। कु० सुषमा सिनहा, श्रीरामचन्द्र शर्मा तथा श्री सतीशचन्द्र ने रेखाचित्रों के निर्माण में, श्री रामशेर-बहादुर सिंह, श्री राजेन्द्रप्रसाद मोदी तथा कुमारी प्रभात सरकार ने लेखन कार्य में तथा मेरी सुयोग्य छात्रा कु० रुबिना कोल्म्बोवाला ने अन्तर्वस्तु के सम्बन्ध में सहायता दी है। ये सभी मेरे हादिक धन्यवाद के पात्र हैं।

सरस्वती-विहार नागपुर के सचिव डा० लोकेशचन्द्रजी डी० लिट० का मैं विशेषरूप से आभारी हूँ। इस ग्रन्थ में प्रयुक्त सम्पूर्ण पारिभाषिक शब्दावली आपकी अनन्य अनुकम्पा का अगमात्र है।

श्रद्धेय गुरुवर डा० रामलोचनसिंह पी०एच० डी० (लन्दन), अध्यक्ष भूगोल विभाग काशी हिन्दू विश्वविद्यालय ने अपना अमूल्य समय देकर पुस्तक को आधी-पान्त पढा, सशोधन किये, मूल्यवान सुझाव दिये तथा भूमिका लिखने की कृपा की। उनके प्रति मैं अपनी सादर श्रद्धाजलि अर्पित करता हूँ।

पाठकों से यह प्रार्थना है कि वे इस कृति की न्यूनताये दोष एवं अभाव तथा अपने अमूल्य सुझाव निसकोच मुझे सूचित करदे, जिससे अगले संस्करण में सुधार किया जा सके। इस कृपा के लिये मैं उनका अत्यन्त आभारी रहूँगा।

मेरी इस साधना द्वारा विद्यार्थी-वर्ग का यदि कुछ भी लाभ हो सका, तो मुझे हादिक सन्तोष होगा।

—जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव

प्रयाग

जवाहर-जयन्ती १९५५

द्वितीय संस्करण की भूमिका

‘प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि’ का द्वितीय परिवर्धित एवं सशोधित संस्करण प्रस्तुत है। प्रथम संस्करण प्रकाशन के दो वर्ष के अन्दर ही समाप्त हो गया था। अनेक कारणों से नवीन संस्करण के प्रकाशन में असाधारण विलम्ब हो गया। एतदर्थ, मैं क्षमा प्रार्थी हूँ।

प्रथम संस्करण में आद्योपात्त सशोधन, परिष्करण एवं परिवर्धन करने के अतिरिक्त निम्नलिखित परिवर्तन किये गये हैं।—

(१) शिलाओ के प्रकरण में उनका आर्थिक महत्व समाविष्ट कर दिया गया है। कुछ सामान्य शिलाओ का वर्णन भी जोड़ दिया गया है।

(२) भूपर्पटी की गतियों के प्रकरण में ‘भजित एवं विभगित भूदृश्य’ बड़ा दिया गया है।

(३) नदी की क्रिया के प्रकरण में ‘जलप्रपातों की उत्पत्ति तथा वर्गीकरण’ ~~निहित~~ दिया गया है।

(४) प्रवाह-व्यवस्थाओं की सख्या दस से बढ़ा कर सोलह कर दी गई है।

(५) हिमनदियों के अध्याय में हिमनदियों के अपक्षरण के नियम का उल्लेख कर दिया गया है।

(६) पवन के कार्य के अन्तर्गत मरुस्थलीय भूदृश्य, मरुस्थलीय अपक्षरण-चक्र तथा लौयस प्रदेश में अपक्षरण-चक्र की विस्तृत विवेचना निहित कर दी गई है।

(७) ‘कार्स्ट प्रदेश में अपक्षरण-चक्र’ फिर से लिखा गया है।

(८) स्थलमण्डल के अन्तर्गत चार नवीन परिच्छेद बढ़ाये गये हैं—(१) बालुकाश्म भूदृश्य, (२) द्वीप, (३) मिट्टियाँ तथा (४) भारतवर्ष के भौम्याकारिकीय विभाग।

(९) महासागरीय अन्वेषण के अध्याय में नवीनतम अभियानों का उल्लेख कर दिया गया है।

(१०) अन्ध, प्रशान्त तथा हिन्द महासागरो के नितल का वर्णन फिर से लिखा गया है।

(११) ‘महासागरो की जलराशियाँ’ शीर्षक नवीन परिच्छेद लिखा गया है।

(१२) तरंगों के प्रकरण में तटीय भूदृश्य की सचित्र विवेचना बढ़ा दी गई है।

(१३) ज्वार-भाटा के अध्याय में चन्द्रमा और सूर्य की आकर्षण-शक्ति के अनुपात की गणित की सहायता से निर्धारित किया गया है।

(१४) तट-रेखाओं तथा महासागरीय निक्षेपों के वर्णन फिर से लिखे गये हैं तथा उनके विस्तार बढ़ा दिये गये हैं।

(१५) स्थानीय तथा मौसमी हवाओं और आँधियों की सख्या में अभिवद्धि कर दी गई है।

(१६) 'वायुराशियाँ और अग्र' शीर्षक नवीन परिच्छेद लिखा गया है।

(१७) 'जलवायुओं का वर्गीकरण' शीर्षक नूतन प्रकरण में जलवायुओं को नौ आधारों पर वर्गीकृत किया गया है।

(१८) तडित-ज्ञानों की विस्तृत विवेचना की गई है।

(१९) पृथ्वी की उत्पत्ति के विषय में ६ विचारधाराओं को बढ़ाकर १२ कर दिया गया है।

(२०) अनेक पुराने चित्रों के स्थान पर नवीन चित्र दे दिये गये हैं। चित्रों की संख्या बढ़ कर लगभग ४०० हो गई है।

स्वर्गीय डा० रामनाथ जी दुबे डी० लिट् भू० पू० अध्यक्ष भूगोल विभाग प्रयाग विश्वविद्यालय का मैं आजीवन ऋणी रहूँगा, जिन्होंने बिना मेरे अथवा प्रकाशक के मिले हुए तथा पुस्तक की प्रादर्श प्रति (Specimen copy) पाये बिना ही इस कृति को प्रयाग विश्वविद्यालय के पाठ्यक्रम के लिये स्वीकृत कर अपनी सच्ची गुण-ग्राहकता का परिचय दिया।

डा० मुजफ्फर अली अध्यक्ष भूगोल विभाग सागर विश्वविद्यालय, डा० पी० दयाल अध्यक्ष भूगोल विभाग पटना विश्वविद्यालय, डा० मु० नसीर खान अध्यक्ष भूगोल विभाग प्रयाग विश्वविद्यालय, प्रो० किदवई अध्यक्ष भूगोल विभाग नागपुर विश्वविद्यालय, डा० मेहरोत्रा अध्यक्ष भूगोल विभाग जबलपुर विश्वविद्यालय, डा० मुहम्मद यूनूस अध्यक्ष भूगोल विभाग राजकीय महाविद्यालय नैनीताल, प्रो० बी० एन० गंगूली अध्यक्ष भूगोल विभाग राजकीय महाविद्यालय ज्ञानपुर, डा० कृपानाथ वर्मा अध्यक्ष भूगोल विभाग हजोदिया कालिज भोपाल, प्रो० बा० जी० तामस्कर अध्यक्ष भूगोल विभाग विदर्भ महाविद्यालय अमरावती, प्रो० डी० जी० नरखडे नागपुर महाविद्यालय, डा० इन्द्रपाल गुप्त बी० आर, कालिज आगरा, प्रो० महात्मासिंह गोरखपुर विश्वविद्यालय, प्रो० केशव पाण्डे छत्तीसगढ़ महाविद्यालय रायपुर, प्रो० रामलखन द्विवेदी प्रयाग विश्वविद्यालय, प्रो० नर्वदेश्वर प्रसाद काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, प्रो० ललित कुमार सिंह चौधरी अध्यक्ष भूगोल विभाग वी० एन० एस० डी० कालिज कानपुर, प्रो० विहारीलाल मिश्र गया कालिज गया, प्रो० बी० एल० अग्रवाल जबलपुर, प्रो० एन० के० मौड छतरपुर तथा भूगोल के अन्य विद्वानों और अध्यापकों का मैं अपने प्रति सद्भावना के लिये हार्दिक आभारी हूँ। अन्त में, मैं भूगोल के उन सभी शिक्षक-बन्धुओं एवं मननशील छात्रों के प्रति कृतज्ञता प्रदर्शित करता हूँ, जिन्होंने मेरी रचना को अपना कर मेरा प्रोत्साहन बढ़ाया।

मानूनवमी १९६०

सहायक उपकरण

इस ग्रन्थ के उत्कृष्ट अध्ययन के लिये आवश्यक उपकरणों की सूची :—

- १ प्रक्षेपक (Projector)
२. निम्नलिखित शिलाओं के प्रादर्श—
 १. ग्रेनाइट, सैंडस्टोन, शेल, शिस्ट, ब्रैशिया, कौंगलोमरेट, चूने का पत्थर, सगमरमर, डोलराइट, बेसाल्ट, स्लेट, सर्पेण्टाइन
 - ३ भजन, विभगन, नदी की क्रिया, अपक्षरण-चक्र तथा विभिन्न प्रकार के भूवृक्ष्यो (जैसे ज्वामुखीय, कास्टर्न आदि) से सम्बन्धित प्रतिकृतियाँ (मौडैल)
 - ४ प्रमुख भारतीय तथा स्थानीय मिट्टियों के नमूने
 - ५ मौसम सम्बन्धी यंत्र
 - (क) तापमापक
 - (ख) आर्द्रतामापक
 - (ग) बैरोमीटर
 - (घ) वर्षामापक
 - ६ चार्ट
 - (क) भौमिकीय युग
 - (ख) प्रमुख प्राकृतिक प्रदेश
 - (ग) जलवायु-विभाग
 - (घ) वायुमण्डल के स्तर
 - (ङ) प्राकृतिक रूपधेय
 - ७ सिद्धान्तों की प्रायोगिक पुष्टि के उपकरण जैसे—
 - (क) होम्स का गिरि-निर्माण का सिद्धान्त
 - (ख) फेरैल का नियम
 - ८ अन्य उपकरण जैसे—

हाइड्रोक्लोरिक एसिड की बोतल

शिलाओं की परीक्षा सम्बन्धी उपकरण जैसे—घनत्व, कठोरता, चूर्ण के वर्ण को निर्धारित करनेवाले उपकरण, चतुर्नीक (Tetrahedron) की प्रतिकृति आदि

विषय-सूची

विषय पृष्ठ विषय पृष्ठ

खण्ड १—अवनि

१ शिल्लाये	१-९
२ भूपर्पटी की गतियाँ	१०-१७
३ भूकम्प	१८-२८
४ ज्वालामुखी की क्रिया	२९-४२
५ ऋतुक्षरण	४३-४६
६ नदी का कार्य	४७-६४
७ प्रवाह व्यवस्थायें	६५-७०
८ हिमनदियाँ और उनका कार्य	७१-८७
९ पवन का कार्य	८८-९७
१० भूमिगत जल	९८-१०३
११. अपक्षरण-चक्र	१०४-१०९
१२ भूरूप के विकास में जलवायु का प्रभाव	११०-१११
१३ कार्स्ट भूदृश्य	११२-११८
१४. ग्रेनाइट तथा बालुकाश्म भूदृश्य	११९-१२१
१५. मैदान	१२२-१२५
१६. पठार	१२६-१२९

खण्ड २—उदधि

२३. ऐतिहासिक पृष्ठभूमि	१७३-१७५
२४. अन्वेषणसम्बन्धी यत्र	१७६-१८०
२५ सागरजल के सामान्य गुण	१८१-१८५
२६ महासागर नितल की आकृति	१८६-१९८
२७ महासागरो का तापक्रम	१९९-२०२
२८ महासागरो की लवणता	२०३-२०६
२९ महासागरो की जल-राशियाँ	२०७-२११
३० तरंगे	२१२-२२१
३१ धारायें	२२२-२२९
३२ ज्वारभाटा	२३०-२३५
३३. महासागरीय अपक्षरण तथा तट रेखायें	२३६-२४४
३४ महासागरीय निक्षेप तथा प्रवाली रचनायें	२४५-२५२
३५. महासागरीय जीव तथा वनस्पति	२५३-२५८
३६ महासागरो का मानवीय तथा आर्थिक महत्व	२५९-२६४

खण्ड ३—अन्तरिक्ष

१७. पर्वत	१३०-१३४	३७. वायुमण्डल का सामान्य परिचय	२६५-२६८
१८. झीलें	१३५-१४३	३८ वायुमण्डल के दबाव का ऊँचाई और हवाओं से सम्बंध	२६९-२७६
१९ द्वीप	१४४-१४७	३९ भूपृष्ठ पर वायुभार का सामान्य वितरण	२७७-२८१
२०. मिट्टियाँ	१४८-१५६	४० समभार रेखाओं के विभिन्न रूप	२८२-२९४
२१ भूमि के अपक्षरण की समस्या	१५७-१६३		
२२. भारतवर्ष के भौगोलिक विभाग	१६४-१६९		

विषय	पृष्ठ	विषय	पृष्ठ
४१ स्थानीय हवाये, मौसमी हवाये तथा विशेष प्रकार की आधिया	२९५-३०१	५२ महाद्वीरो और महापागर नितलो की उत्पत्ति तथा स्थायित्व	४१०-४१६
४२ सौराजपन	३०२-३०७	५३ महाद्वीपीय प्रवाह	४१७-४२३
४३ तापक्रम का क्षैतिज वितरण	३०८-३१९	५४ भूसतोल	४२४-४३०
४४ तापक्रम का लम्बवत वितरण	३२०-३२६	५५ पर्वतो की उत्पत्ति	४३१-४४०
४५ आर्द्रता	३२७-३२६	५६ पूर्वकालीन हिमयुगो के कारण	४४१-४४५
४६ कृष्ण	३२७-३४९	५७ अटोलो की सरचना	४४६-४५०
४७ वायुराशियों तथा अग्र	३५०-३५४	५८ चक्रवातो की उत्पत्ति	४५१-४५७
४८ जलवायुओ का वर्गीकरण	३५५-३७८	५९ ज्वारभाटा विषयक सिद्धान्त	४५८-४६१
		६० भूद्वीणियाँ	४६२-४६६

परिशिष्टावली

खण्ड ४ भूसैद्धान्तिकी

४९ पृथ्वी की उत्पत्ति	३८५-३९९
५० पृथ्वी की आयु	४००-४०३
५१ पृथ्वी की आन्तरिक रचना	४०४-४०९

१ कुछ सामान्य शिलाओ का सक्षिप्त

परिचय

२ बालुकाश्म भूदृश्य

३ तडित्त-क्षज्ञाये

४ अभ्यास के लिये प्रश्न

५ महस्थलीय क्षेत्रो मे अपक्षरण-चक्र

६ परीक्षाओ मे पूछे गभे प्रश्न

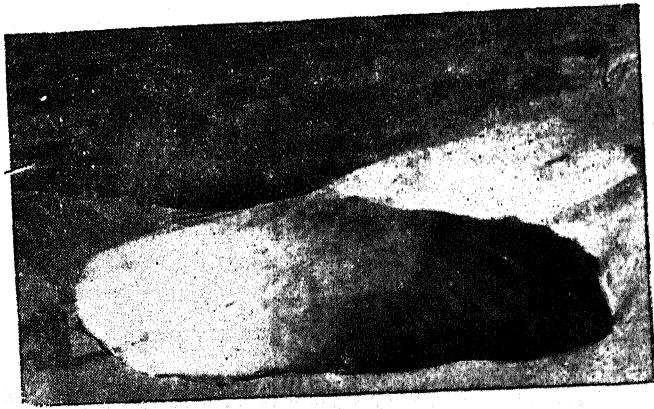
७ ग्राम णिक भागिकीय कालक्रम सारण

८ प्रमुख सहायक ग्रन्थो की सूची

खण्ड १

अवनि

[THE LITHOSPHERE]



संयुक्त राज्य अमरीका के व्योर्मिंग प्रदेश का बड़ा खोखला
(Big Hollow)

[सन्दर्भ पृष्ठ ९०]

परम पूज्य पिताजी के चरण-कमलों
में
सादर समर्पित

[पृष्ठ १ के सामने



चित्र १—भेडाघाट (जबलपुर) की सगमरमर की चट्टानें

प्रथम परिच्छेद

शिलायें (ROCKS)

१. शिला की परिभाषा

सामान्यत 'शिला' शब्द से कठोर पदार्थ का आभास होता है, किन्तु भूगोल एवं भूगर्भशास्त्र में 'शिला' का अर्थ बड़ा व्यापक है। इसके अन्तर्गत भूपर्पटी के समस्त ठोस पदार्थ आ जाते हैं, चाहे वे कठोर हों अथवा कोमल। शिला की परिभाषा इस प्रकार की जा सकती है —

'भूपर्पटी से निकला हुआ कोई भी प्राकृतिक एवं ठोस पदार्थ 'शिला' है चाहे वह ग्रेनाइट (Granite) के समान कठोर हो अथवा मृत्तिका (Clay) के समान मृदुल।'

शिलायें निश्चित रासायनिक यौगिक (Chemical Compounds) नहीं होती, अपितु वे प्रायः अनेक खनिजों का मिश्रण (Mixtures) होती हैं। उदाहरण के लिये चूने का पत्थर (Limestone) मुख्यतः चूने का कार्बोनेट होता है और मृत्तिका (Clay) मुख्यतः अल्यूमीनियम का सिलिकेट होता है, किन्तु अनेक चूने के पत्थरों में मृत्तिका अधिक अनुपात में पाई जाती है तथा अनेक मृत्तिकाओं में चूने का कार्बोनेट अधिक अनुपात में पाया जाता है।

२. शिलाओं का वर्गीकरण

शिलाओं के तीन प्रमुख भेद हैं —

- (१) आग्नेय शिलायें (Igneous Rocks)
- (२) निसादीय अथवा जलज शिलायें (Sedimentary Rocks)
- (३) परिवर्तित अथवा रूपान्तरित शिलायें (Metamorphic Rocks)

(१) आग्नेय शिलायें (Igneous Rocks)

विद्वानों ने पृथ्वी की उत्पत्ति के सम्बन्ध में अनेक विचारधारायें प्रस्तुत की हैं। इन विचारधाराओं में अधिकांश इस विषय में एकमत हैं कि पृथ्वी किसी समय तरल अवस्था में थी। इस तरल पदार्थ के घनीभवन से जो शिलायें सबसे पहले बनीं, उन्हें हम प्राथमिक (Primary) अथवा आग्नेय (Igneous) शिलायें कहते हैं। अन्य शब्दों में, हम उन शिलाओं को आग्नेय शिलायें कहते हैं, जो द्रव के घनीभूत होने से बनीं हैं। इन शिलाओं का मणिभीय (Crystalline) होना स्वाभाविक ही है। यद्यपि अधिकांश आग्नेय शिलायें पृथ्वी की आरम्भिक अवस्था में बनीं, तथापि प्रत्येक युग में इनका निर्माण होता रहता है। यह कथन आगे के विवरण से स्पष्ट हो जायगा।

आग्नेय शिलाओं का वर्गीकरण

आग्नेय शिलाओं के वर्गीकरण के अनेक आधार हो सकते हैं —

(१) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण

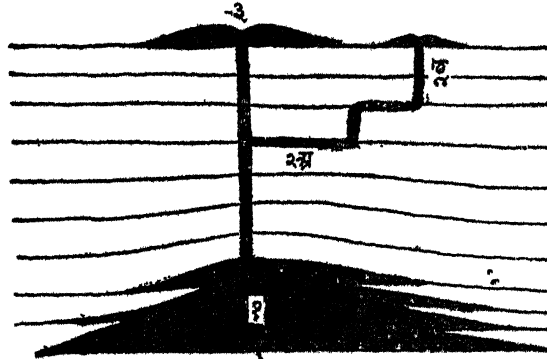
पृथ्वी के अन्तर्गत में अनेक ऐसे कक्ष हैं, जिनमें शिलाद्रव अथवा लावा भरा हुआ है। अनेक कारणों से (जैसे ऊपर के दबाव के घट जाने से) यह लावा भूपृष्ठ की ओर अग्रसर होता है। जैसा कि चित्र २ से स्पष्ट होगा, लावा भूपर्पटी के निर्बल भागों से अर्थात् सन्धियों^१ (Joints) एवं तल्प-तलों^२ (Bedding planes) से होता हुआ ऊपर उठता है। जब यह लावा पर्पटी को फोड़कर ऊपर आ जाने में समर्थ होता है, तब हम यह कहते हैं कि ज्वालामुखी का उद्गार हुआ है। ऊपर उठता हुआ लावा तीन स्थितियों में घनीभूत हो सकता है —

(१) या तो वह बिना ऊपर उठे कक्ष ही में जम जाता है।

(२) अथवा वह भूपृष्ठ की ओर प्रवाहित होते समय मार्ग में तल्प-तलों विदरो अथवा सन्धियों में घनीभूत हो जाता है।

(३) अथवा वह भूपृष्ठ के ऊपर आकर जम जाता है।

इस आधार पर हम आग्नेय शिलाओं को तीन वर्गों में बांट सकते हैं।—



चित्र २—आग्नेय शिलाओं का वर्गीकरण

(१) अधोघनित शिलायें (Plutonic Rocks)—जब लावा पृथ्वी के अन्तर्गत में स्थित कक्ष में अथवा बहुत गहरे घनीभूत होता है, तब जो शिलायें बनती हैं, उन्हें हम अधोघनित शिलायें (Plutonic Rocks) कहते हैं (चित्र २ में १)। इस दशा में लावा बहुत धीरे ठण्डा होता है, अतएव इन शिलाओं में मणिभ (Crystals) पूर्णरूप से विकसित होते हैं। इसका उदाहरण ग्रेनाइट (Granite) है।

(२) उपाधोघनित शिलायें (Hypabyssal Rocks)—जब लावा मार्ग में सन्धियों अथवा तल्प-तलों में घनीभूत होता है, तब जो शिलायें अस्तित्व में आ जाती

१ शिलाओं में पाई जाने वाली दरारें, जो प्रायः उदग्र होती हैं।

२ स्तृत शिलाओं के दो उत्तरोत्तर स्तरों के मध्य में विद्यमान सस्पर्श का समतल।

हैं, उन्हें हम उपाधोघनित (Hypabyssal Rocks) शिलायें कहते हैं। उपाधो-घनित शिलाओं के पुन दो विभाग किए जा सकते हैं —

(१) रालभित्ति (Dyke)—लम्बवत् सन्धियों में घनीभूत लावा को हम रालभित्ति (Dyke) कहते हैं। (चित्र २ में २ ब)

(२) रालपट्ट (Sill) क्षैतिज विदरो अथवा तल्प-तलो (Bedding planes) में घनीभूत लावा को हम रालपट्ट (Sill) कहते हैं। (चित्र २ में २ अ)

यह तो स्पष्ट ही है कि उपाधोघनित शिलायें अथोघनित शिलाओं की तुलना में कम मणिभीय होगी। इनके बनने में लावा अपेक्षाकृत जल्दी ठण्डा होता है। उदाहरण डोलराइट (Dolerite)

(३) ज्वालामुखीय शिलायें (Volcanic Rocks) जब लावा भूपृष्ठ पर आकर घनीभूत होता है, तब उससे जो शिला बनती है, उसे हम ज्वालामुखीय शिला कहते हैं (चित्र २ में ३)। इस दशा में लावा बहुत शीघ्रता से ठण्डा होता है, फलतः जो शिला बनती है, उसमें मणिभ नहीं होते हैं। ऐसी शिलायें अमणिभीय (Non-Crystalline) अथवा काँचीय (Glassy) होती हैं। उदाहरण बेसाल्ट (Basalt)

(२) भूपृष्ठ के सन्दर्भ में वर्गीकरण

पृथ्वी के धरातल के सन्दर्भ में आग्नेय शिलाओं को दो विभागों में बाँटा जा सकता है —

(१) बहिर्वर्ती शिलायें (Extrusive Rocks)—ये भूपृष्ठ के ऊपर पाई जाती हैं। उदाहरण बेसाल्ट (Basalt)।

(२) अन्तर्वर्ती शिलायें (Intrusive Rocks)—ये भूपृष्ठ के नीचे पाई जाती हैं। कभी-कभी जब अपक्षरण द्वारा इनके ऊपर का आवरण नष्ट हो जाता है, तब ये भूपृष्ठ पर प्रकट हो जाती हैं। उदाहरण ग्रेनाइट (Granite)

(३) संरचना के आधार पर वर्गीकरण

शिलाओं में वर्तमान सिलिका (Silica) की मात्रा के विचार से आग्नेय शिलाओं के चार भेद किए जा सकते हैं —

(१) आम्लिक आग्नेय शिलायें (Acid Igneous Rocks)—इनमें सिलिका की मात्रा (भार में) ६५ प्रतिशत से अधिक होती है।

(२) माध्यमिक आग्नेय शिलायें (Intermediate Igneous Rocks)—इनमें सिलिका की मात्रा ५५% से ६५% तक होती है।

(३) क्षारीय आग्नेय शिलायें (Basic Igneous Rocks)—इनमें सिलिका की मात्रा ४५% से ५५% तक होती है।

(४) अतिक्षारीय आग्नेय शिलायें (Ultrabasic Igneous Rocks)—इनमें सिलिका की मात्रा ४५% से कम होती है।

आम्लिक आग्नेय शिला का उदाहरण ग्रेनाइट (Granite) है और क्षारीय आग्नेय शिला का बेसाल्ट (Basalt)। सामान्यतः आम्लिक शिलायें हल्के वर्ण की होती हैं और उनमें ऋतुक्षरण (Weathering) अपेक्षाकृत कम होता है। इसके विपरीत क्षारीय शिलायें अधिकतर गहरे रंग की होती हैं और वे ऋतुक्षरण से शीघ्र प्रभावित होती हैं।

(२) निसादीय अथवा जलज शिलायें (Sedimentary or Aqueous Rocks.)

निसादीय शिलायें वे शिलायें हैं, जो पूर्ववर्ती शिलाओं के अवसोदो से बनती हैं। ये पूर्ववर्ती शिलायें पृथ्वी के इतिहास की आरम्भिक अवस्था में केवल आग्नेय शिलायें थीं, किन्तु कालान्तर में इनका स्थान सभी प्रकार की शिलाओं ने ले लिया। जल, हिमानी, वायु आदि अभिकर्ता इन शिलाओं का अपक्षरण करते हैं और फिर अपक्षरित पदार्थ का परिवहन करके अन्यत्र कहीं स्तरों के रूप में संचित कर देते हैं। इस प्रकार अस्तित्व में आई हुई शिलाओं को हम निसादीय शिलायें (Sedimentary Rocks) कहते हैं। इनका दूसरा नाम जलज शिलायें (Aqueous Rocks) भी है, जो भ्रामक है क्योंकि इनकी रचना केवल जल की क्रिया से नहीं होती है, बरन् हिमानी, वायु आदि अभिकर्ता भी इनकी सृष्टि के लिए उत्तरदायी हैं। स्तरों में व्यवस्थित पाये जाने से इन्हें स्तृत शिलायें (Stratified Rocks) भी कहते हैं। यह नाम भी पूर्णतः यथार्थ नहीं क्योंकि निसादीय शिलाओं के अन्तर्गत जीवों के कर्पण (Shells) और कंकाल (Skeletons) तथा पेड़-पौधों के अवशेषों से बनी शिलायें भी आती हैं, जिनमें स्तर नहीं पाए जाते।

भूपर्पटी के अधिकांश भाग पर निसादीय शिलाओं का आवरण है। ये धरातल का लगभग ७५ प्रतिशत भाग ढके हुए हैं। यद्यपि इनका विस्तार इतना अधिक है, तथापि इनसे भूपर्पटी का केवल ५ प्रतिशत भाग निमित्त है। इससे स्पष्ट है कि इनकी गहराई बहुत कम है।

जलज शिलाओं का वर्गीकरण

जलज शिलाओं के वर्गीकरण के मुख्यतः दो आधार हो सकते हैं — (१) सरचना तथा (२) उत्पत्ति।

(१) सरचना के अनुसार वर्गीकरण

सरचना की दृष्टि से जलज शिलाओं को निम्नलिखित चार विभागों में बाटा जा सकता है —

विभाग	सरचना	उदाहरण
१. सैकतमय (Arenaceous)	सिकता अथवा बालू कण (Sand particles)	बालूकाश्म (Sandstone)
२. मृण्मय (Argillaceous)	मृत्तिका (Clay)	शैल (Shale)
३. चूर्णमय (Calcareous)	कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate)	चूने का पत्थर (Limestone)
४. प्रागारमय (Carbonaceous)	कार्बन (Carbon)	कोयला (Coal)

कुछ निसादीय शिलायें ऐसी हैं, जो उपर्युक्त वर्गीकरण में नहीं आती हैं।—

सपिण्ड (Conglomerate)—अष्टीला (Pebbles) जैसे शिलाओं-गोलाकार टुकड़ों के परस्पर चिपक जाने से यह शिला बन जाती है।

सकोणाश्म (Breccia)—ये शिला पत्थरके नोकदार टुकड़ों के परस्पर चिपक जाने से बन जाती है।

(२) उत्पत्ति के अनुसार वर्गीकरण

उत्पत्ति के विचार से जलज शिलाओं को निम्नलिखित विभागों में बाँटा जा सकता है —

(१) **सागरीय निक्षेप (Marine Deposits)**—ये शिलाये सागर अथवा महासागर में निक्षेपित होती हैं।

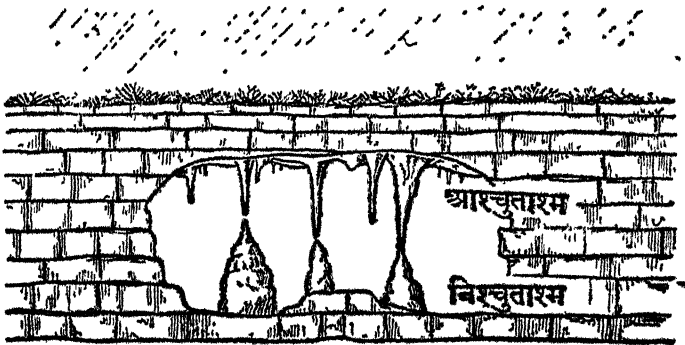
(२) **झील निक्षेप—(Lacustrine Deposits)**—ये शिलाये झीलों में निक्षेपित होती हैं।

(३) **सरिता निक्षेप—(Riverine Deposits)**—सरिताओं के बाढ़ क्षेत्र में ऐसी शिलाये बन जाती हैं।

(४) **वायु निक्षेप—(Aeolian Deposits)**—वायु द्वारा परिवाहित सिकता कण एकत्र होकर कभी-कभी कठोर चट्टानों में परिणत हो जाते हैं। उदाहरणार्थ लौयस (Loess)।

(५) **हिमानी निक्षेप—(Glacial Deposits)**—हिमनदियों द्वारा निक्षेपित पदार्थ समाम्रित होकर शिलाओं का रूप ले लेता है। हिमानीनिक्षेप का एक उदाहरण ड्रमलिन (Drumlin) है, जो उट्टी नाव की आकृति का हिमनदी कृत निक्षेप है। विशेष विवरण के लिए हिमनदी का प्रकरण देखिए।

(६) **रासायनिक निक्षेप—(Chemically formed Deposits)**—ये शिलाये रासायनिक प्रक्रियाओं के फलस्वरूप बन जाती हैं। उदाहरणार्थ—यदि पानी में कार्बन डाइआक्साइड घुली हो तो उसमें चूने के पत्थर को घोल लेने की क्षमता आजाती है, यह घुला हुआ चूने का पत्थर अनेक रूपों में निक्षेपित होता है जैसे चूने के पत्थर की कन्दराओं में छत से लटकते हुए स्तम्भ पाए जाते हैं, जिन्हें



चित्र ३—आश्चुताश्म (Stalactites) एव निश्चुताश्म (Stalagmites)

आश्चुताश्म (Stalactites) कहते हैं और नितल पर स्थापित स्तम्भ भी पाए जाते हैं, जिन्हें निश्चुताश्म (Stalagmites) कहते हैं। विशेष विवरण के लिये भूमिगत जल का प्रकरण देखिए।

(७) अव्ययी अथवा आगिक निक्षेप (Organic Deposits)—जानवरो (जैसे मृग का कीड़ा) तथा पेड़ पौधों के अवशेषों से इन शिलाओं का निर्माण होता है।

(३) परिवर्तित अथवा रूपान्तरित शिलायें (Metamorphic Rocks)

कभी कभी ताप दबाव अथवा रासायनिक प्रक्रियाओं के कारण आग्नेय और जलज शिलाओं में इतना अधिक परिवर्तन हो जाता है, कि उनके अनेक मौलिक लक्षण लुप्त हो जाते हैं और नवीन लक्षण प्रकट हो जाते हैं। इन्हें तब हम परिवर्तित अथवा रूपान्तरित शिलायें (Metamorphic Rocks) कहते हैं। उदाहरण—

(१) ताप (Heat) के माध्यम द्वारा चूने का पत्थर (Limestone) सगमरमर (Marble) में परिणत हो जाता है।

ताप

चूने का पत्थर (Limestone) —————> सगमरमर (Marble)

(२) दबाव (Pressure) के कारण शैल (Shale) शिस्ट (Schist) में परिणत हो जाती है।

दबाव

शैल (Shale) —————> शिस्ट (Schist)

सामान्यतः परिवर्तित शिलायें मणिभीय (Crystalline) होती हैं। इस दृष्टि से इनमें और आग्नेय शिलाओं में यह अन्तर है, कि इनमें मणिभ समानान्तर स्तरों में व्यवस्थित रहते हैं और आग्नेय शिलाओं में उनकी कोई व्यवस्था नहीं होती।

शिलाओं में परिवर्तन की क्रिया (Metamorphism) ऋतुक्षरण (Weathering) की ठीक उल्टी है। इन दोनों क्रियाओं से शिलाओं में अन्तर हो जाते हैं—परिवर्तन द्वारा साधित अन्तर सृजनात्मक होता है और ऋतुक्षरण द्वारा साधित अन्तर विनाशकारी। ऋतुक्षरण की क्रिया के कारण सुन्दर-सुन्दर शिलायें भट्टी लगने लगती हैं और कालान्तर में वे नष्ट-भ्रष्ट होकर धूल में परिणत हो जाती हैं। इसके विपरीत परिवर्तन से चूने के पत्थर जैसी काली भट्टी और अनाकर्षक शिला सगमरमर जैसी सुन्दर एवं नयनाभिराम शिला में परिणत हो जाती है।

शिलाओं में परिवर्तन (Metamorphism) के भेद

शिलाओं में होने वाले परिवर्तन का वर्गीकरण दो आधारों पर किया जा सकता है—

(१) अभिकर्ता (Agency) के अनुसार

(२) प्रभावित होने वाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

(१) अभिकर्ता के अनुसार

(१) तापीय परिवर्तन (Thermal Metamorphism)—इस दशा में परिवर्तन का मुख्य कारण ताप होता है, जैसे चूने के पत्थर का सगमरमर में परिणत हो जाना—

ताप

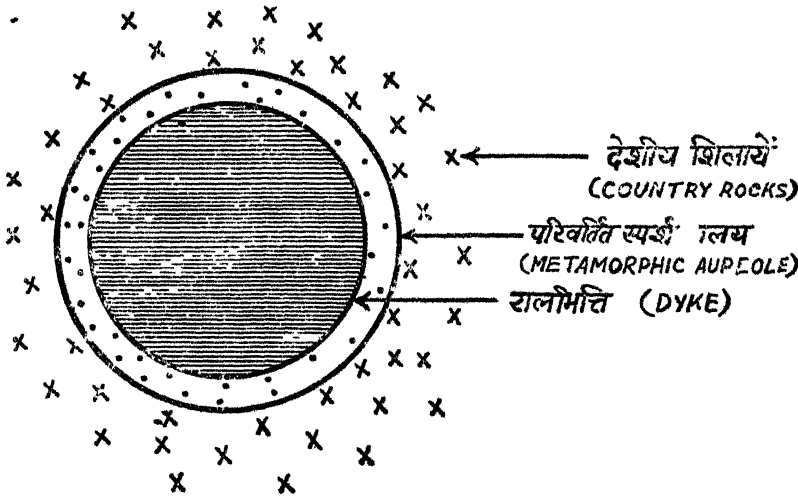
चूने का पत्थर —————> सगमरमर

(२) गत्यात्मक परिवर्तन (Dynamic Metamorphism)—इस दशा में परिवर्तन का मुख्य कारण दबाव होता है, जैसे शैल (Shale) का शिस्ट (Schist) में परिणत हो जाना—

दबाव
शैल (Shale) —————> शिस्ट (Schist)

• (१) प्रभावित होनेवाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

(१) सस्पर्शीय परिवर्तन (Contact Metamorphism) — भूपर्पटी में जब लावा ऊपर उठता है, तब वह अपने चारों ओर की शिलाओं को प्रभावित करता है। उष्ण लावा के सस्पर्श से चारों ओर की चट्टानें झुलस जाती हैं। यही नहीं, लावा की धारायें भी उनमें प्रविष्ट हो जाती हैं और इस प्रकार रासायनिक प्रक्रियायें भी घटित होती हैं। रालभित्ति के चारों ओर स्थित परिवर्तित शिला के कटिबन्ध



चित्र. ४—सस्पर्शीय परिवर्तन (Contact Metamorphism) को परिवर्तित स्पर्श वलय (Metamorphic aureole) कहते हैं। सौराष्ट्र में अनेक बैथोलिथ (Batholiths) पाये जाते हैं। उनके चारों ओर सस्पर्शीय परिवर्तन के प्रमाण मिलते हैं।

(२) प्रादेशिक परिवर्तन (Regional Metamorphism) — कभी कभी परिवर्तन की क्रिया बड़े विस्तृत क्षेत्र में होती है। उदाहरण के लिये जब भ्रजित पर्वत (Folded Mountains) बनते हैं, तब भूपर्पटी के एक बृहद् कटिबन्ध की शिलाओं में परिवर्तन होता है। हिमालय पर्वत का मध्यवर्ती अक्ष ऐसी ही परिवर्तित शिलाओं से बना है।

परिवर्तित शिलाओं का वर्गीकरण

परिवर्तित शिलाओं के वर्गीकरण के अनेक आधार हो सकते हैं:—

- (१) मूल शिलाओं के आधार पर
- (२) परिवर्तन के अभिकर्ता (Agency of metamorphism) के अनुसार

(१) मूल शिलाओं के आधार पर

मूल शिलाओं के आधार पर परिवर्तित शिलाओं के दो विभाग किए जा सकते हैं —

(१) परि-जलज शिलायें (Meta-sedimentary Rocks)—उन परिवर्तित शिलाओं को कहते हैं, जो जलज शिलाओं के परिवर्तन से बनती हैं जैसे सगमरमर

चूने का पत्थर —————> सगमरमर
(जलज शिला) (परि-जलज शिला)

(२) परि-आग्नेय शिलायें (Meta-Igneous Rocks)—उन परिवर्तित शिलाओं को कहते हैं, जो आग्नेय शिलाओं के परिवर्तन से बनती हैं जैसे सर्पेन्टीन (Serpentine)

गैब्रो (Gabbro) —————> सर्पेन्टीन (Serpentine)
(आग्नेय शिला) (परि-आग्नेय शिला)

(२) परिवर्तन के अभिकर्ता के अनुसार

इस दृष्टि से परिवर्तित शिलाओं को दो वर्गों में बाटा जा सकता है —

(१) तापीय परिवर्तन (Thermal Metamorphism) की शिलायें—जैसे सगमरमर

ताप

चूने का पत्थर —————> सगमरमर

(२) गत्यात्मक परिवर्तन (Dynamic Metamorphism) की शिलायें जैसे शिस्ट (Schist)

दबाव

शैल (Shale) —————> शिस्ट (Schist)

(३) प्रभावित होने वाले क्षेत्र के विस्तार के अनुसार

इस आधार पर परिवर्तित शिलाओं के दो विभाग किए जा सकते हैं —

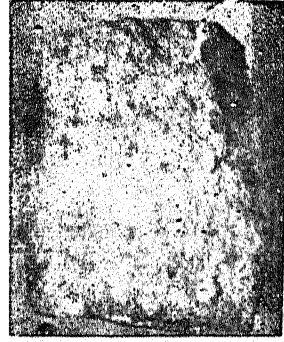
(१) सस्पर्शीय परिवर्तन की शिलायें—जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, सस्पर्शीय परिवर्तन में उष्ण शिला-द्रव अथवा लावा अन्य ठोस शिलाओं का सस्पर्श करते हुए ऊपर उठता है, जिससे वे झुलस जाती हैं और कभी कभी उनमें लावा की धारायें भी प्रविष्ट हो जाती हैं, जिससे रासायनिक प्रक्रियायें भी घटित हो जाती हैं। इसका एक उदाहरण चूने के पत्थर में प्रविष्ट रालभित्ति (Dyke) है। रालभित्ति के किनारे के निकट चूने का पत्थर सगमरमर में परिणत हो जाता है। यह सस्पर्शीय परिवर्तन का ही फल है।

(२) प्रादेशिक परिवर्तन की शिलायें—जब परिवर्तन की प्रक्रिया विस्तृत प्रदेश में घटित होती है, तब जो परिवर्तित शिलायें बनती हैं, उन्हें हम प्रादेशिक परिवर्तन की शिलायें कहते हैं। उदाहरणार्थ पैनसिलवानिया (संयुक्त राज्य अमेरिका) में पर्वत-कारक बलों (Orogenic forces) के दबाव से तथा घर्षण के ताप से विस्तृत क्षेत्र में चूने का पत्थर सगमरमर में और शैल (Shale) स्लेट (Slate) में परिणत हो गई है।

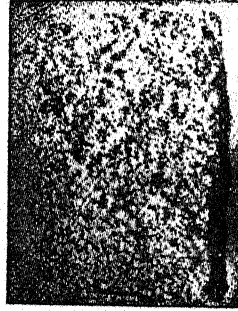
[पृष्ठ ८ के सामने]



चूने का पत्थर



संयुजित बालुकाश्म



प्रेनाइट



कौंगलोमरेट



पट्टीदार बालुकाश्म

चित्र ५—९ शिलाओं के कुछ प्रकार



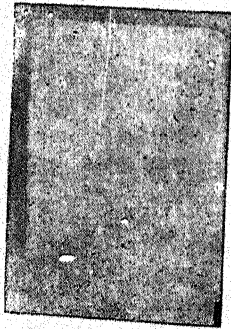
ड्रेकाइट पौरफिरी



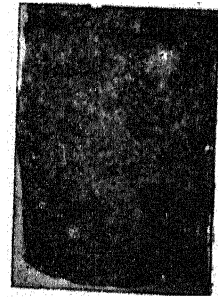
शिस्ट



शैल



संगमरमर



बेसाल्ट

३ शिलाओं का आर्थिक महत्व

शिलाओ का आर्थिक महत्व बहुत अधिक है। उनसे अनेक प्रत्यक्ष तथा परोक्ष लाभ हैं। वे अनेक दिशाओ में मनुष्य के लिये लाभदायक हैं —

(१) कृषि—कृषि की सफलता बहुत-कुछ मिट्टी पर निर्भर है। मिट्टी शिलाओ के वियोजन से बनती है। अतएव प्रत्येक मिट्टी के गुण उसकी मूल शिला (Parent rock) के अनुरूप होते हैं। उदाहरण के लिये बम्बई प्रदेश की काली मिट्टी, जो कपास के उत्पादन के लिये आदर्श समझी जाती है लावा-निक्षेप के वियोजन से बनी है।

(२) जल पूर्ति—मनुष्य की भौतिक आवश्यकताओ में वायु के पश्चात् जल ही सबसे महत्वपूर्ण है। जलपूर्ति शिलाओ की प्रकृति और संरचना पर निर्भर है। प्राकृतिक नहरों और पातालतोड़ कुओं की स्थिति शिलाओ की संरचना से ही निर्धारित होती है। सामान्य कुओं में पानी के समतल की गहराई जलवायु के अतिरिक्त शिलाओ की प्रकृति पर भी निर्भर है।

(३) शक्ति के साधन—कोयला और पेट्रोल जैसे महत्वपूर्ण शक्ति के साधन शिलाओ में ही छिपे रहते हैं।

(४) इमारतों पत्थर—हमें शिलाओ से ही प्राप्त होते हैं। विन्ध्य श्रेणियों के क्षेत्र में अधिकांश मकान पूर्णतः विन्ध्य बालुकाश्म (Vindhyan Sandstone) से बने पाये जाते हैं। अनेक ऐतिहासिक इमारतें तथा गढ़ शिलाओ की ही रचनायें हैं। आगरा का प्रसिद्ध ताजमहल मकराने (जोधपुर) सगमरमर से बना है। कलकत्ता का विक्टोरिया मेमोरियल भी मकराने के सगमरमर की रचना है। आगरे और दिल्ली के किले तथा लाहौर और दिल्ली को जामा मस्जिदें विन्ध्य-बालुकाश्म (Vindhyan Sandstone) से बने हैं। दक्षिण में मैसूर, त्रिचनापली आदि के प्रसिद्ध मन्दिर ग्रेनाइट शिला से बने हैं। अजन्ता, एलोरा और एलिफैंटा की प्रसिद्ध गुफाये बेसाल्ट (Basalt) से बनी हैं। 'बाघ' की गुफाये स्थानीय चूने के पत्थर में बनी हैं।

(५) सड़क बनाने की मिट्टी—शिलाओ को तोड़कर ही बनाई जाती है।

(६) उद्योगों में—सीमेण्ट, काच, चूने आदि के उद्योग मुख्यतः शिलाओ पर ही निर्भर हैं।

(७) नमक—मनुष्य के भोजन का अभिन्न अंग है। पश्चिमी पाकिस्तान में नमक का एक पहाड़ ही है, जिसे साल्ट रेंज (Salt Range) कहते हैं।

(८) खनिज तथा बहुमूल्य पत्थर—अधिकांश खनिज तथा रत्न चट्टानों में आबद्ध पाये जाते हैं। उदाहरण के लिये पन्ना में हीरा सपिण्ड (Conglomerate) में पाया जाता है।

(९) अन्य छोटे मोटे उपयोग—शिलाओ से बर्तन, मूर्तियां, हथियार तथा अनेक नित्योपयोगी पदार्थ बनाये जाते हैं। चित्रकारी में शिलाये उपयोग में आती हैं।

द्वितीय परिच्छेद भूपर्पटी की गतियाँ

(EARTH MOVEMENTS)

१. भू पर्पटी की गतियों का वर्गीकरण

समुद्रवर्तन (Diastrophism) शब्द के अन्तर्गत भूपर्पटी की समस्त गतिया आ जाती हैं।

भूपर्पटी की गतियों को हम मोटे तौर पर दो प्रमुख विभागों में बाट सकते हैं —

१—पर्वतकारक गतिया (Orogenic or Mountain-Building Movements).

२—महाद्वीपकारक गतिया—(Epeirogenic or Continent-Building Movements)

निम्नांकित सारिणी भूपर्पटी की गतियों का सरल वर्गीकरण प्रस्तुत करती है—

भूपर्पटी की गतियाँ

पर्वतकारक (Orogenic)—ये गतिया उन बलों के कारण होती हैं, जो क्षैतिज दिशा में क्रियाशील होते हैं। इन गतियों के फलस्वरूप निम्नलिखित प्रक्रियाएँ घटित होती हैं:—

- (१) भजन (Folding)
- (२) विभगन (Faulting)
- (३) विभजन (Warping)

महाद्वीपकारक (Epeirogenic)—ये गतिया उन बलों के कारण होती हैं, जो लम्बवत् दिशा में क्रियाशील होते हैं। इन गतियों के फलस्वरूप धरातल के समतल में परिवर्तन हो जाते हैं। इन्हें पुन दो उपविभागों में बाटा जा सकता है —

(१) आकस्मिक गतियाँ—इनके फलस्वरूप धरातल का भाग विशेष अचानक ऊपर उठ जाता है या नीचे धँसा जाता है।

(२) मन्द एवं दीर्घकालिक गतियाँ—इनके फलस्वरूप धरातल में मन्द वेग से दीर्घकाल में अधोगति अथवा निमज्जन (Subsidence), ऊर्ध्वगति अथवा उन्मज्जन (Elevation) अथवा समतल के दोलन (Oscillations of level) होते हैं।

२. पर्वतकारक गतियाँ (Orogenic Movements)

पर्वतकारक गतियाँ उन बलों के कारण होती हैं जो क्षैतिज दिशा में क्रियाशील होते हैं। इन गतियों से भजन (Folding) विभगन (Faulting) और विभजन (Warping) होता है।

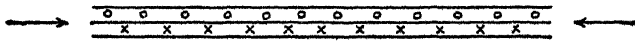
(१) भजन (Folding)

जब शिलाओं के क्षैतिज स्तरों पर दो विपरीत दिशाओं से दबाव पड़ता है, तब उनमें मोड़ पड़ जाते हैं। यही भजन (Folding) है। चित्र १५ से यह कथन स्पष्ट होगा। इन मोड़ों या भजों (Folds) के ऊपर उठे हुए भागों को हम भज-चाप (Anticline) कहते हैं और नीचे धँसे हुए भागों को भज-द्रोणी (Syncline)।

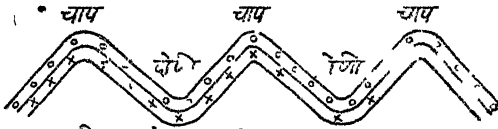
भजन-क्रिया (Folding) का वर्गीकरण

भजन की मुख्य प्रकार निम्नलिखित हैं —

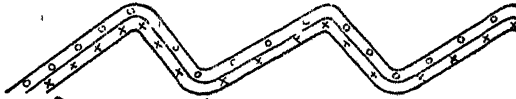
(१) सममित भजन (Symmetrical Folding) — जब प्रत्येक भज के दोनों बाहु समान रूप से झुके रहते हैं।



शिलास्तरों पर दोनों पार्श्वों से दबाव पड़ रहा है



सममित भजन (SYMMETRICAL FOLDING)



असममित भजन (ASYMMETRICAL FOLDING)



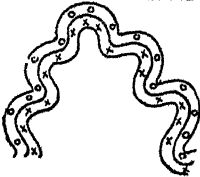
एक पार्श्विक भजन (MONOCLINAL FOLDING)



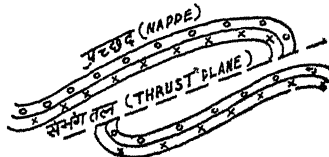
समाभिनत भजन (ISOCINAL FOLDING)



शायी भजन (RECURBENT FOLDING)



व्यजनाकार भजन (FAN FOLDING)



संभंग तल तथा प्रच्छद (THRUST PLANE AND NAPPE)

चित्र १५—भजन-क्रिया का वर्गीकरण

(२) असममित भजन (Asymmetrical Folding) — जब प्रत्येक भज का एक बाहु दूसरे की अपेक्षा कम या अधिक झुका रहता है।

(३) एकप्रवणिक भजन (Monoclinal Folding)—जब प्रत्येक भज का एक बाहु लम्बवत (Vertical) होता है।

(४) समाभिनत भजन (Isoclinal Folding)—जब प्रत्येक भज के दोनो बाहु परस्पर समानान्तर होते हैं।

(५) शायी भजन (Recumbent Folding)—जब भज के दोनो बाहु प्राय क्षतिज होते हैं। स्पष्ट है, कि इसके निर्माण के लिए एक दिशा में लगने वाला पार्श्विक दबाव अपने विपरीत दिशा से लगने वाले पार्श्विक दबाव से बहुत अधिक होगा।

(६) व्यजनाका भजन (Fan Folding)—जब पार्श्विक दबाव के अधिव्य से भजित क्षेत्र का मध्यवर्ती भाग ऊपर उठ जाता है और मेहराब जैसी आकृति बन जाती है।

सभग तल (Thrust Plane) तथा प्रच्छद (Nappe)

कभी-कभी जब भजन की क्रिया सम्पन्न होती है, तब पार्श्विक दबाव के अधिव्य में पर्पटी में दरार पड़ जाती है और उसके अनुरूप पर्पटी का एक खण्ड फिसलकर दूसरे खण्ड के ऊपर चढ़ जाता है। इस प्रकार फिसलने की गति को हम सभग (Thrust) कहते हैं और वह जिस समतल के अनुरूप होती है उसे हम सभग तल (Thrust Plane) कहते हैं। पर्पटी के उम खण्ड को जो ऊपर चढ़ जाता है, प्रच्छद (Nappe) कहते हैं। Nappe शब्द फ्रान्सीसी भाषा का है और इसका शाब्दिक अर्थ है—मेज का विछावन।

(२) विभगन (Faulting)

कभी-कभी बृहद् पार्श्विक दबाव के कारण कठोर शिलास्तर मुटने के स्थान पर टूट जाते हैं और इस प्रकार एक दरार अस्तित्व में आ जाती है। इस क्रिया को हम विभगन (Faulting) कहते हैं और इस दरार को विभग समतल (Fault Plane)। जैसा कि चित्र १६ से स्पष्ट होगा, दबाव के कारण विभग समतल के एक पार्श्व के शिलास्तर दूसरे पार्श्व के शिलास्तर की अपेक्षा ऊपर उठ जाते हैं। संक्षेप में, भूपर्पटी की ऐसी दरार अथवा विदर को जिसके एक पार्श्व के शिलास्तर दूसरे पार्श्व के शिलास्तरों की अपेक्षा ऊपर उठ जाते हैं हम विभग (Fault) कहते हैं।

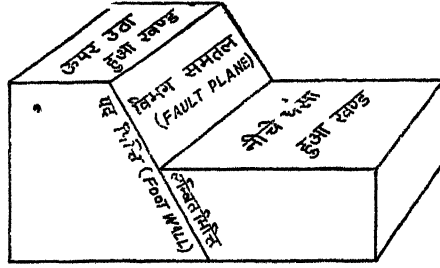
विभगन की प्रक्रिया एवं वर्गीकरण के समझने के लिये कुछ शब्द विशेष जान लेना समीचीन होगा—

(१) विभग समतल (Fault Plane)—उस समतल को कहते हैं, जिसके अनुरूप शिलास्तरों की गति होती है।

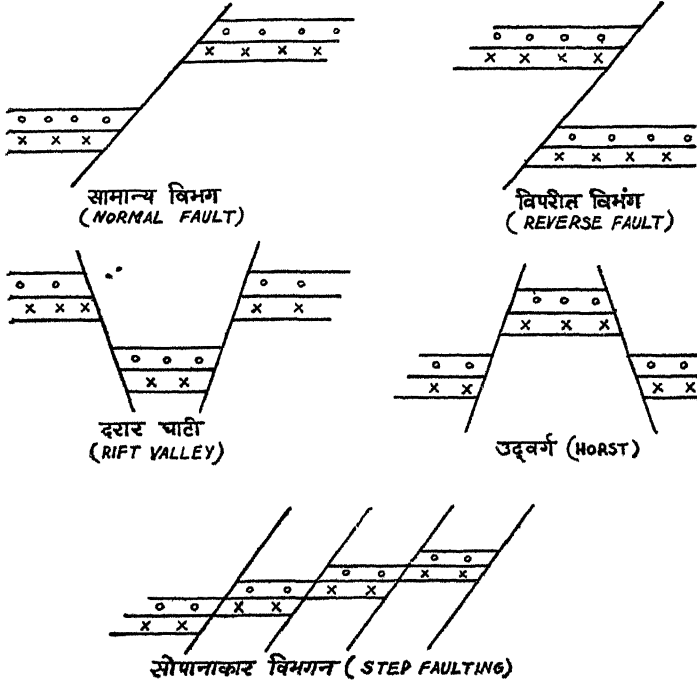
(२) विभग समतल का अभिनति कोण (Dip)—विभग-समतल क्षैतिज-दिशा के प्रति जो कोण बनाता है, उसे हम विभग-समतल का अभिनति कोण (Dip of the Fault Plane) कहते हैं।

(३) ऊपर उठा हुआ खण्ड (Uptthrown side) और नीचे धँसा हुआ खण्ड (Downthrown side)—ऊपर उठा हुआ खण्ड शिलास्तर का वह भाग

है, जो विभग-समतल की दूसरी ओर के शिलास्तर की अपेक्षा ऊपर उठा रहता है। वास्तव में, क्षेत्र (Field) में यह निर्धारित करना कि शिलास्तर के कौन से भाग में गति हुई है बड़ा कठिन है।



विभगन से सम्बन्धित शब्दावली



चित्र १६—विभगों का वर्गीकरण

- (४) लम्बित-भित्ति (Hanging Wall)—विभग-समतल के ऊपरी पृष्ठ को लम्बित-भित्ति (Hanging Wall) कहते हैं।
 (५) पद-भित्ति (Foot Wall)—विभग समतल के निचले पृष्ठ को पद-भित्ति (Foot Wall) कहते हैं।

विभगो का वर्गीकरण (Classification of Faults)

विभगो का प्रमुख प्रकारे निम्नांकित है —

(१) सामान्य विभग (Normal Fault)—इसमें लम्बित भिन्नि (Hanging Wall) धँसे हुए खण्ड की ओर होती है।

(२) विपरीत विभग (Reverse Fault)—इसमें लम्बित भिन्नि ऊपर उठे हुए खण्ड की ओर होती है।

(३) दरार घाटी (Rift Valley or Graben)—दो सामान्य विभगों के मध्य में धँसे हुए स्थलखण्ड को हम दरार घाटी (Rift Valley) कहते हैं।

(४) होस्ट (Horst)—यह दरार घाटी का ठीक उरटा है। जब दो सामान्य विभगों के मध्य का स्थलखण्ड ऊपर उठ जाता है, तब उसे हम होस्ट (Horst) कहते हैं।

(५) सोपानाकार विभगन (Step Faulting)—जब अनेक उत्तरोत्तर एव समानान्तर विभगों में ऊपर उठने या नीचे धँसने की गति एक ही दिशा में होती है, तब उसे हम सोपानाकार विभगन (Step Faulting) कहते हैं।

(३) विभजन (Warping)

कभी २ महाद्वीपकारक गति के फलस्वरूप भूपृष्ठ के वृहत् क्षेत्र मुड़ कर ऊपर उठ जाते हैं या नीचे धँस जाते हैं। ऐसे क्षेत्र सँकड़ों मील लम्बे और चौड़े होते हैं। ऊपर उठे हुए क्षेत्र को हम भू-चाप (Ge-anticline) कहते हैं और नीचे धँसे हुए क्षेत्र को भू-द्रोणी (Geo-syncline)। इस प्रकरण के पूर्वांश में भू-चाप (Anti-cline) एव भू-द्रोणी (Syncline) का उल्लेख हो चुका है। यहाँ पर इनका भेद स्पष्ट कर देना उचित होगा। भू-चाप अथवा भू-द्रोणी में शिलाओं के अपेक्षाकृत बहुत कम (अर्थात् लगभग दो तीन) स्तर प्रभावित होते हैं, किन्तु भू-द्रोणी अथवा भू-चाप में भूपर्पटी की वृहत् मोटाई निहित होती है। उत्तरी अमेरिका का पश्चिमी मैदान भू-चाप (Ge-anticline) का द्योतक है और वाशिंगटन सागर भू-द्रोणी (Geo-syncline) का। यहाँ पर यह उल्लेख कर देना उचित होगा कि भू-चाप अथवा भू-द्रोणी में अनेक छोटे २ भूज (Folds) एव विभग (Faults) विद्यमान हो सकते हैं।

३ महाद्वीपकारक गतियाँ (Epeirogenic Movements)

महाद्वीपकारक गतियाँ उन बलों के कारण होती हैं, जो लम्बवत् दिशा में क्रियाशील होते हैं। इनसे धरातल के समतल में अन्तर हो जाते हैं, अर्थात् वह ऊपर उठ जाता है अथवा नीचे धँस जाता है।

महाद्वीपकारक गतियों को पुनः दो उपविभागों में विभाजित किया जा सकता है — (१) आकस्मिक (Sudden) एव (२) मन्थर (Slow) तथा दीर्घकालिक (Secular)

(१) आकस्मिक गतियाँ (Sudden Movements)

आकस्मिक गतियों से भूकम्प होते हैं, जिनसे भूपृष्ठ के समतल में अन्तर हो जाते हैं। इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं।—

(क) उन्मज्जन (Elevation)

(१) सन् १८८५ ई० के न्यूजीलैण्ड के भूकम्प से धरातल का कुछ भाग ९ फुट ऊपर उठ गया।

(२) सन् १८२२ ई० के चिली के भूकम्प से तट रेखा ३ फुट से लेकर ४ फुट तक ऊपर उठ गई।

(ख) निमज्जन (Subsidence)

(३) सन् १८९१ ई० के जापान के भूकम्प से धरातल का कुछ भाग एक ओर २० फुट नीचे धँस गया।

(४) सन् १८१९ ई० के कच्छ के भूकम्प से २००० वर्गमील का वृहत् क्षेत्र १२ से लेकर १५ फुट तक नीचे धँस गया और अन्नदेशीय सागर (Fuland Sea) में परिणत हो गया। साथ ही साथ ६०० वर्ग मोल का अन्य क्षेत्र ऊपर उठ गया। इस ईश्वरनिर्मित बाध को आज भी हम 'अल्लाह-बाध' कहते हैं।

(२) मन्थर एवं दीर्घकालिक गतियाँ (slow and Secular Movements)

इनसे धरातल में तीन प्रकार के अन्तर होते हैं —

(क) धीरे-धीरे ऊपर उठना (Elevation)

(ख) धीरे-धीरे नीचे धँसना (Subsidence)

(ग) समतल के दोलन (Oscillations of Level)—अर्थात् एकान्तग पर धरातल का ऊपर उठना और नीचे धँसना। यह क्रिया भी क्रमशः धीरे-धीरे होती है।

(क) समतल का उन्मज्जन (Elevation of Level)

इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं —

(१) बलूचिस्तान के मेकरान तट पर सागर समतल से १०० फुट की ऊँचाई पर स्थित क्षेत्र में महासागरीय जीवों के कर्पर (Shells) उपलब्ध हुए हैं।

(२) काठियावाड के तट पर कगुकाश्म (Miliolite) नामक एक चूने का पत्थर पाया जाता है। इसका नाम कगुकाश्म (Miliolite) इसलिए पडा कि इसकी रचना कगुक (Miliola) नाम के पादछिद्रि (Foraminifer) के अवशेषों से हुई है। यह तो निर्विवाद है कि कगुक केवल सागर में पाये जाते हैं, स्थल में नहीं। उक्त प्रदेश में चोटीला नाम के पर्वत की ११७३ फुट ऊँची चोटी पर कगुकाश्म (Miliolite) पाया गया है।

(३) पूर्वीतट पर उड़ीसा, आन्ध्र और मद्रास में अनेक स्थानों में उन्मज्जन हुआ है। इन क्षेत्रों में सागर-समतल से ५० से लेकर १०० फुट की ऊँचाई तक सामुद्रिक जीव चूर्णप्रावारा (Mollusca) के कर्पर पाये गये हैं।

(४) इसी प्रकार स्कॉटलैण्ड में भी तट के उन्मज्जन के चिह्न मिले हैं।

(ख) समतल का निमज्जन (Subsidence)

इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं —

(१) सन् १८७८ ई० में जब बम्बई द्वीप के पूर्वी तट पर खदाई अथवा उत्खनन (Excavation) का कार्य हो रहा था, तब वहाँ पृथ्वी में धँसे हुए बहुत से वृक्ष पाये गये। ३० एकड़ के क्षेत्र में ३८२ वृक्ष मिले, जिनमें २२३ अपनी मूलस्थिति में लम्बवत् खड़े थे। ये वृक्ष उच्चतम ज्वार के समतल से ३३ फुट नीचे पाये गए। स्पष्ट है, कि इस दशा में धरातल कम से कम ३३ फुट नीचे धँस गया है।

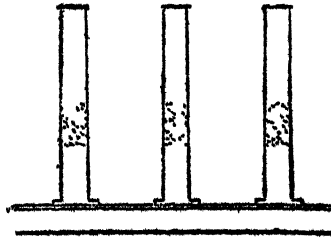
(२) इसी प्रकार वालीमुकम की खाड़ी में टिन्नवैली तट पर एक अन्य धँसे हुए वन का पता चला है।

(३) पाण्डिचेरी के पीट-निक्षेप (Peat Deposits) धरातल के निमज्जन के द्योतक हैं। यह निमज्जन प्रातिनूतन (Pleistocene) और अभिनव (Recent) काल में हुआ है।

(४) ब्रिटिश द्वीप समूह में भी निमज्जन के प्रमाण मिलते हैं, जिनमें विदित होता है कि निकट भूतकाल में उत्तरी सागर का दक्षिणी भाग 'निम्न समतल का वन' (Low Lyng Forested Area) था।

(ग) समतल का दोलन (Oscillation of Level)

इसका एक सुन्दर उदाहरण नेपिल्स में सिरापिस का मन्दिर (Temple of Scirapis) है। इस मन्दिर के खण्डहर के अध्ययन से यह विदित होता है कि



यहा के धरातल में निमज्जन और उन्मज्जन दोनों ही गतिया क्रम से घटित हुई हैं। इस मन्दिर में तीन खम्भे हैं। धरातल से लेकर १२ फुट की ऊँचाई तक ये खम्भे चिकने हैं। फिर १२ फुट से लेकर २१ फुट की ऊँचाई तक इनमें सामुद्रिक जीवों द्वारा निर्मित छिद्र वर्तमान हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि उक्त मन्दिर २१

चित्र १७—सिरापिस के मन्दिर फुट के चिह्न तक समुद्रमें डूबा हुआ था, १२ फुट के चिह्न तक ये खम्भे ज्वालामुखीय धूलि (Volcanic Dust) में धँसे हुए थे, जिससे सामुद्रिक जीव इनमें छदन कर सके। कालान्तर में ये मन्दिर सागर-नितल के उन्मज्जन के कारण समुद्र से बाहर निकल आया।

४. भंजित एवं विभंगित भूदृश्य

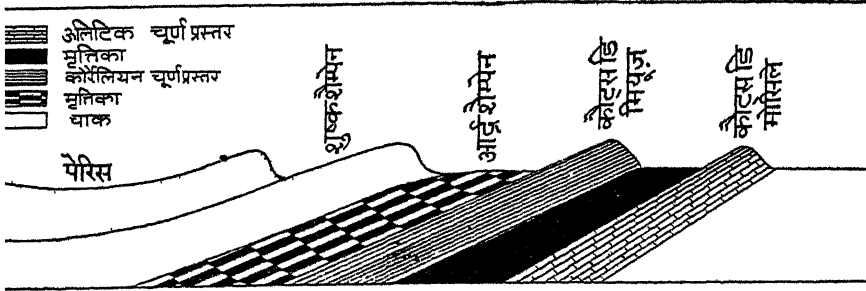
(Folded and Faulted Topography)

ऐसे भूदृश्य को जिसमें भजन (Folding) एवं विभंगन (Faulting) की क्रियाओं से अस्तित्व में आये हुये भूरूपों की बहुलता एवं प्रमुखता हो, हम भंजित

४. भंजित एवं विभंगित भूदृश्य (Folded and Faulted Topography)

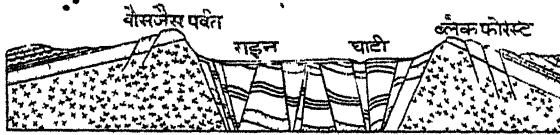
ऐसे भूदृश्य को, जिसमें भजन एवं विभंगन-की क्रियाओं (Folding and Faulting) से अस्तित्व में आये हुए भूरूपों की बहुलता एवं प्रमुखता हो, हम भंजित एवं विभंगित भूदृश्य कहते हैं। स्पष्ट है, कि ऐसे भूदृश्य में निम्नलिखित रूपधेय पाये जायेंगे —

(१) विभिन्न प्रकार के भंजित स्तर—सम्मिमत, असम्मिमत, एकप्रवाणिक, समाभिनत, शायी, व्यजनाकार आदि।



चित्र १८—भंजित भूरूप का एक उदाहरण—पेरिस बेसिन

- (२) भजन से बने पर्वत।
- (३) भजन तथा आग्नेय क्रिया के समुक्त फल से बने रूपधेय जैसे फौकोलाइट।
- (४) भजन से बनी झीले।



चित्र १९—विभंगित भूरूप का एक उदाहरण—राइन घाटी

- (५) विभिन्न प्रकार के विभंग—सामान्य, विपरीत आदि।
- (६) दरार घाटी।
- (७) दरार घाटी में पानी भर जाने से बनी झील अथवा सागर।
- (८) होस्ट जो पठार अथवा पर्वत के रूप में हा रकता है।
- (९) विभंगन से बनी तट-रेखा जो मीधी-सपाट होगी। आदि-आदि।

तृतीय परिच्छेद

भूकम्प (EARTHQUAKES)

१ भूकम्प क्या है ?

भूपृष्ठ के किसी भाग के अकस्मात् कांप जाने को हम 'भूकम्प' कहते हैं।

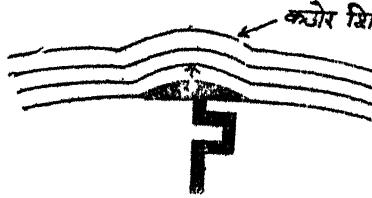
२. भूकम्प के कारण

भूकम्प आने के प्रमुख कारण निम्नलिखित हैं —

- (१) ज्वालामुखी
- (२) पृथ्वी का सिकुडना
- (३) भूमन्तोल का सिद्धान्त
- (४) विभगन की प्रक्रियाये
- (५) डा० रीड का सिद्धान्त
- (६) पृथ्वी के अन्दर गैसों का फैलना
- (७) कृत्रिम भूकम्प के कारण

(१) ज्वालामुखी

ज्वालामुखी के विस्फोट के समय यह अत्यन्त स्वाभाविक है, कि उसका निकटवर्ती क्षेत्र काँप उठे। कभी-कभी ज्वालामुखी के क्षेत्र में विस्फोट हुए बिना ही भूकम्प आ जाता है। यह दस प्रकार होता है। पृष्ठ से सैकड़ों मील नीचे पृथ्वी के अन्दर लावा विद्यमान है। द्रवित शिलाओं का नाम ही लावा है। कभी २ ऊपर के दबाव के घट जाने से या अन्य किसी कारणवश यह लावा धरातल की ओर बढ़ता है। जैसा कि चित्र २० के द्वारा

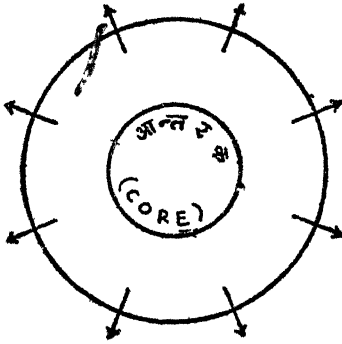


चित्र २०—ज्वालामुखी की क्रिया स्पष्ट है, यह लावा निर्बल भाग अर्थात् दरारों और सन्धियों से होता हुआ ऊपर उठता है। यदि इसके मार्ग में कोई कठोर शिलाखण्ड आ जाता है, तो वह ऊपर नहीं जा पाता। शिलाखण्ड के विरुद्ध उसकी शक्ति क्रमशः संचित होती रहती है। कालान्तर में ऐसी अवस्था आ जाती है, कि उसकी संचित शक्ति शिलाखण्ड को हिला देती है। इस प्रकार शिलाखण्ड के ऊपर धरातल में 'भूकम्प' आ जाता है।

(२) पृथ्वी का सिकुडना

अनेक विद्वानों की यह धारणा है, कि विकिरण (Radiation) की क्रिया द्वारा पृथ्वी का तापक्रम क्रमशः घटता जा रहा है। ताप के क्षीण होने से पृथ्वी

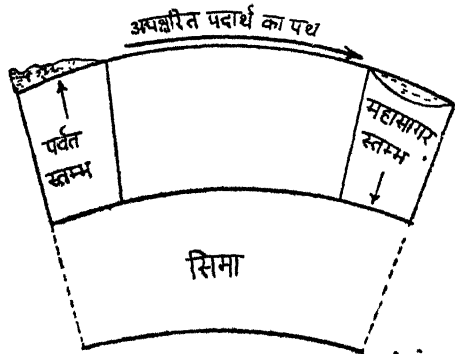
सिकुडती है। सकोचन के समय भूपृष्ठ के अनेक भाग काँप जाते हैं। अन्य शब्दों में वहाँ भूकम्प आ जाता है।



आधुनिक अनुसन्धान इस धारणा के विरुद्ध है। इनके अनुसार भूपर्पटी में बहुत से तेजोद्गम पदार्थ (Radio-active Substances) वर्तमान हैं। उनका वियोजन (Disintegration) होता रहता है, जिससे बहुत बड़े परिमाण में ताप उद्भक्त होता है। यह ताप विकिरण द्वारा खोये हुए ताप की पूर्ति कर देता है। तब पृथ्वी के सिकुडने का प्रश्न ही कहाँ रहा?

(३) भूसन्तोल (Isostasy) का सिद्धान्त

चित्र २१—पृथ्वी के ताप का विकिरण सबसे बाहरी स्तर अपने नीचेवाले स्तर पर ठीक उसी प्रकार तैर रहा है जैसे पानी में काँक तैरता है। बाहरी स्तर के दो खण्ड चित्र २२ में प्रदर्शित किये गए हैं—एक पर्वतीय क्षेत्र का छोटक है, दूसरा महासागर का। नदियाँ पर्वतों को घिसती रहती हैं और घिसे हुए पदार्थ को सागर में एकत्र करती रहती हैं। इसका परिणाम यह होता है कि पर्वतीय भाग का भार क्रमशः घटता रहता है और महासागरीय भाग का भार क्रमशः बढ़ता रहता है। भार घट जाने में पर्वतीय भाग ऊपर उठता है और भार बढ़ जाने से महासागरीय भाग नीचे धँसता है। भूपर्पटी के विभिन्न भागों के इस प्रकार ऊपर उठने और नीचे धँसने से भी भूकम्प आ जाते हैं।



चित्र २२—भूसन्तोल का व्यतिक्रम

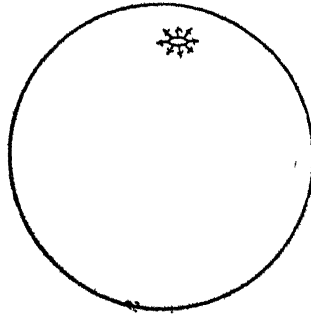
(४) विभगन (Faulting) की प्रक्रियायें

जब भूपर्पटी के किसी भाग पर दो विपरीत दिशाओं से दबाव लगता है, तो उसमें मोड़ पड़ जाते हैं। भूगोल में इसे भजन (Folding) कहते हैं। कभी-कभी शिलाओं के कठोर होने से तथा दबाव की मात्रा अधिक होने से शिलाखण्ड में दरार पड़ जाती है और एक खण्ड दूसरे खण्ड के ऊपर दरार के अनुरूप चढ़ जाता है। भूगर्भशास्त्र में इस क्रिया को विभगन कहते हैं। यह अनेक प्रकार का होता है। जब कभी भी विभगन की प्रक्रिया होती है, तब भूकम्प अवश्य आता है। उत्तरी भारत में इस प्रकार की एक लम्बी दरार कश्मीर से ब्रह्मा तक चली गई है। इसे मुख्य सीमा स्थित विभग (Main Boundary Fault) कहते हैं। इसके कारण उत्तरी भारत में भूकम्प बहुत आते हैं।

(५) डा० रीड का सिद्धान्त

इनके अनुसार जब किसी शिलाखण्ड पर किसी दिशा में दबाव पड़ता है, तब वह अपने स्थितिस्थापकता (Elasticity) के गुण के कारण उभे विपरीत दिशा में वापस लौटा देता है। इस प्रकार भी कभी-कभी भूकम्प आ जाते हैं।

(६) पृथ्वी के अन्दर गैसों का फैलना



कभी कभी पृथ्वी के अन्दर विद्यमान गैसों के फैलने से (चित्र २३) अथवा पानी के भाप में परिणत होने से उत्पन्न हुए दबाव के कारण भी भूकम्प आ जाते हैं।

(७) कृत्रिम भूकम्प के कारण

कृत्रिम भूकम्प का कारण मनुष्य है। हिरोशिमा में जब एटम बम का धड़ाका हुआ, तो पृथ्वी काँप उठी। रेल के चलने से प्रायः रेलमार्ग और पुल में कम्पन होता है।

३ भूकम्प का वर्गीकरण

चित्र २३—पृथ्वी के अन्दर गैसों का फैलना

भूकम्प की दो श्रेणियों की जा सकती है —

भूकम्प का वर्गीकरण अनेक प्रकार से किया जा सकता है। कारण के आधार पर

(१) कृत्रिम अथवा मनुष्यकृत भूकम्प—जैसे बम-विस्फोट के कारण किसी भूभाग का काप जाना। इस प्रकार के भूकम्प महत्त्वहीन और नगण्य है।

(२) प्राकृतिक भूकम्प—ये प्राकृतिक कारणों से होते हैं। उन्हें पृथ्वी के विभागों में बाँटा जा सकता है—(क) कुछ भूकम्पों का सम्बन्ध ज्वालामुखी के उद्गार से होता है। जापान में आने वाले भूकम्प इसी प्रकार के हैं। (ख) भूपर्पटी में होने वाली गतियों के फलस्वरूप भी भूकम्प आते हैं। भारतवर्ष में आने वाले अधिकांश भूकम्प इसी श्रेणी के हैं। ज्वालामुखी से सम्बन्धित भूकम्प इतने विनाशकारी नहीं होते, जितने भूपर्पटी की गतियों के कारण आने वाले भूकम्प होते हैं।

स्थिति के अनुसार भूकम्प की दो श्रेणियों की जा सकती है—(१) स्थल में आने वाले भूकम्प तथा (२) समुद्र के गर्भ में आने वाले भूकम्प, यद्यपि कारण की दृष्टि से इनमें कोई भेद नहीं है।

समुद्र के गर्भ में जब भूकम्प होता है, तब उससे बड़ी भयानक लहरें उत्पन्न हो जाती हैं, जो तटीय नगरों को बहुत हानि पहुँचाती हैं। जापान में इन लहरों को ट्सुनामिस (Tsunamis) कहते हैं।

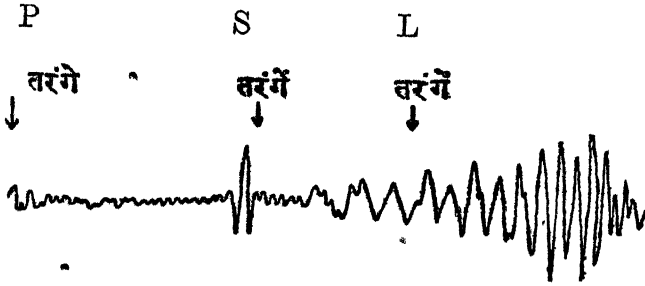
४ भूकम्प की प्रक्रिया

भूकम्प का उद्गम (Seismic Focus)—धरातल से प्रायः पचास-साठ मील नीचे होता है। उद्गम से भूकम्प की लहरें पृष्ठ की ओर अग्रसर होती हैं। ये लहरें तीन प्रकार की होती हैं—

(१) प्राथमिक (Primary or P) अथवा अनुदैर्घ्य (Longitudinal)

लहरे—इनका गति-वेग सबसे अधिक होता है। इनका औसत वेग ३३ मील प्रति सैकण्ड है। भूपृष्ठ पर ये सबसे पहले पहुँचती हैं।

(२) गौण (Secondary or S) अथवा अनप्रस्थ (Transverse) लहरे—इनका गतिवेग प्राथमिक लहरो का लगभग आधा होता है और ये उनके पीछे २६ चलती हैं। प्राथमिक लहरो की तुलना में इनसे क्षति अधिक होती है।



चित्र २४—भूकम्प की तरंगें

(३) पृष्ठ की लहरे (Surface or L waves)—जब प्राथमिक और गौण लहरे धरातल पर पहुँच जाती हैं, तब पृष्ठ की लहरे अस्तित्व में आती हैं। इनका गतिवेग सबसे कम होता है, किन्तु इनसे क्षति बहुत होती है।

भूकम्प की लहरे सामान्यतः धरातल के उस स्थान पर सबसे पहले पहुँचती हैं, जो उद्गम के ठीक ऊपर होता है। इस बिन्दु को भूकम्पशास्त्र (Seismology) में अभिकेन्द्र (Epi-centre) कहते हैं। यह स्वाभाविक ही है कि अभिकेन्द्र में भूकम्प के आघात की मात्रा सबसे अधिक होती है।

भूकम्प की लहरे पृथ्वी की आन्तरिक रचना पर भी प्रकाश डालती हैं। इस सम्बन्ध में हम आगे विचार करेंगे।

भूकम्प-लेखक (Seismograph)—नामक यंत्र से हमें इन लहरो का ज्ञान होता है। चित्र २५ में भूकम्प-लेखक प्रदर्शित किया गया है। भूकम्प आने के पूर्व इसमें लगी पेन्सिल कागज पर अपने आप चलने लगती है और उसमें ये लहरे अंकित हो जाती हैं। चित्र २४ में भूकम्प की लहरे दिखलाई गई हैं। इन अकनों के अध्ययन से आने वाले भूकम्प के सम्बन्ध में निष्कर्ष निकाले जाते हैं और उनके विषय में भविष्यवाणी की जाती है।

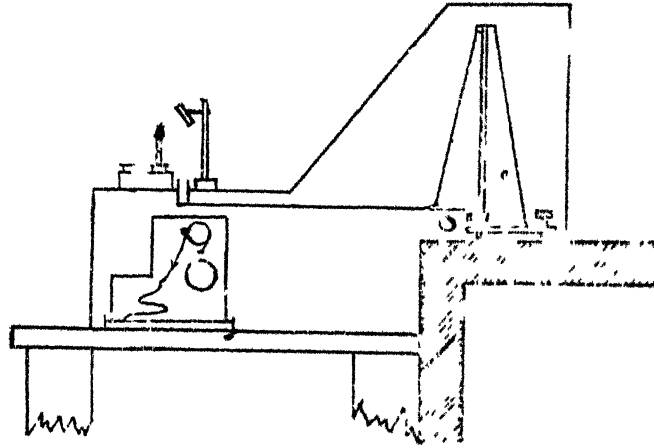
भूकम्प लेखक के अकनों से ज्ञात होता है कि पृथ्वी के किसी न किसी भाग में भूकम्प नित्य ही आते रहते हैं। ये भूकम्प इतने हल्के होते हैं कि हमें उनका अनुभव नहीं होता।

भूकम्प—मानचित्रों में दो प्रकार की रेखाएँ प्रयुक्त होती हैं —

(१) भूकम्प समकालीन रेखाएँ (Homo-seismal Lines)—ये वे कल्पित रेखाएँ हैं, जो उन स्थानों को मिला देनीं से बन जाती हैं, जहाँ भूकम्प का अनुभव एक ही समय होता है।

(२) भूकम्प समाघात रेखाएँ (Iso-seismal Lines)—ये वे कल्पित

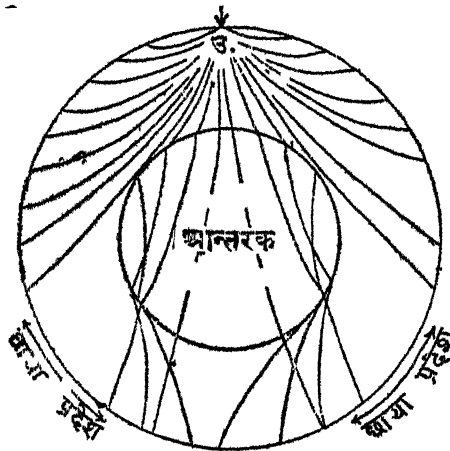
रेखाये हैं, जो उन स्थानों को मिला देने से बनती हैं, जहाँ भूकम्प के आघात की मात्रा समान हो।



चित्र २५—भूकम्पलेखक (Sersmograph)

५. भूकम्प और पृथ्वी की आन्तरिक रचना

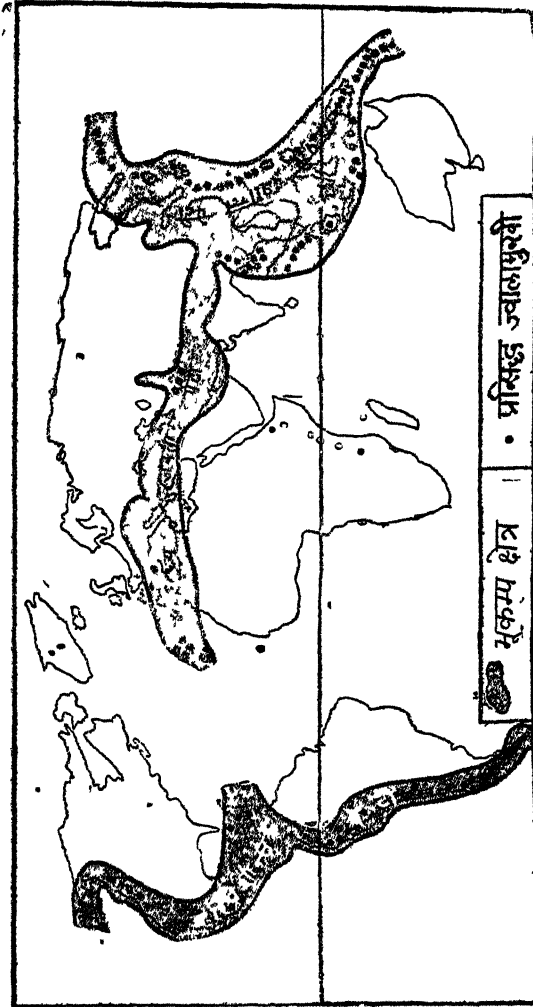
विज्ञान के इतने उन्नतिशील होजाने पर भी हमारे पास पृथ्वी के अन्तर के अध्ययन के लिये कोई भी विश्वसनीय साधन नहीं है। सर्लिछण (Bore hole)



चित्र २६—पृथ्वी में भूकम्प की तरंगों के पथ

द्वारा अधिक से अधिक दस मील की गहराई का अध्ययन किया जा सकता है। पृथ्वी का अर्ध-व्यास चार हजार मील है। उसे दृष्टि में रखते हुए दस मील की मर्यादा अत्यन्त नगण्य है। पृथ्वी के अन्तर के सम्बन्ध में प्राधुनिक अध्ययन भूकम्प की लहरों पर ही आधारित है। तरंगों की गति के अध्ययन से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि वे जिन स्तरों में होकर आई हैं, उनकी संरचना, घनत्व आदि क्या है। यह कथन हम उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिए, किसी लडके को यह आदेश दिया जाय कि वह मैदान मरुस्थल और कीचड़ प्रत्येक से एक-एक मील दौड़े। स्पष्ट है, कि वह मैदान की दूरी शीघ्र ही पूरी कर लेगा। मरुस्थल में उसे अपेक्षाकृत अधिक समय लगेगा और कीचड़ में तो पैर फँसने के कारण उसे बहुत

समय लग जायगा। अतएव यदि हमें यह ज्ञात हो कि लडके को दौड़ने में कितना समय लगा तो हम तुरन्त ही यह बतला सकते हैं कि वह मैदान में दौड़ा है या मरुस्थल में



चित्र २७—पृथ्वी पर भूकम्प का वितरण

या कीचड़ में। ठीक यही दशा भूकम्प की लहरों की भी है। उनके अध्ययन से हम पृथ्वी की आन्तरिक रचना का अनुमान लगा सकते हैं। प्रकाश की किरणों की भाँति भूकम्प की लहरों में भी वृत्तन (Refraction) होता है अर्थात् ऐसे तल पर जहाँ दो विभिन्न घनत्व के स्तर मिलते हैं, वे मुड़ जाती हैं। पृथ्वी के अन्तर के सम्बन्ध में निष्कर्ष निकालते समय इसका भी विचार किया जाता है। लहरें जितनी बार मुड़ेंगी, स्तर के उतने ही विभेदन होंगे।

६ भूकम्प का वितरण

(१) पृथ्वी में

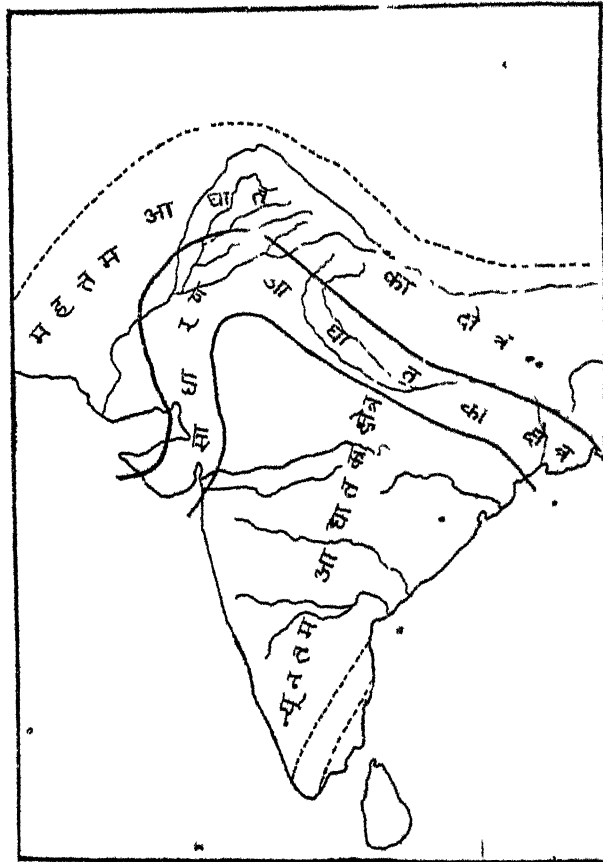
जैसा कि चित्र २७ द्वारा स्पष्ट है पृथ्वी पर भूकम्प की दो पेटियों विद्यमान हैं-

(१) परिप्रशान्त पेटि (Circum-Pacific Belt) — यह पेटि प्रशान्त महासागर के चारों ओर तट पर वर्तमान है।

(२) मध्य जगत पेटि (Mid-World Belt) — यह पेटि दक्षिणी योरोप, उत्तरी अफ्रीका और मध्य एशिया से गुजरती है और आगे जाकर परिप्रशान्त पेटि में मिल जाती है।

(२) भारतवर्ष में

चित्र २८ में भारतवर्ष के भूकम्प के कटिबन्ध प्रदर्शित किये गए हैं।—



चित्र २८—भारतवर्ष में भूकम्प की पेटियाँ
(१) सबसे उत्तर में महत्तम आघात का क्षेत्र (Zone of maximum

intensity) है। यहाँ भूकम्प सबसे अधिक आते हैं और उनसे क्षति भी बहुत अधिक होती है।

(२) बीच में साधारण आघात का कटिबन्ध (Zone of comparative intensity) है। यहाँ भूकम्प अपेक्षाकृत कम आते हैं और उनसे हानि भी साधारण होती है।

(३) दक्षिण में न्यूनतम आघात का कटिबन्ध (Zone of minimum intensity) है। इस क्षेत्र में भूकम्प बहुत ही कम आते हैं और उनसे क्षति भी बहुत कम होती है।

उपर्युक्त कथन से प्रकट है कि भारतीय उपमहाद्वीप में भूकम्प की दृष्टि से उत्तरी भारत विशेषकर पाकिस्तान सबसे अधिक महत्वपूर्ण है। यहाँ भूकम्प बहुत आते हैं और उनसे हानि भी बहुत होती है। अनुभव द्वारा भी इसकी पुष्टि होती है। क्वेटा, बिहार और आसाम के भूकम्प अभी विस्मृत नहीं हुए हैं। भूकम्प की दृष्टि से दक्षिणी भारत महत्त्वहीन है। उत्तरी भारत में भूकम्प अधिक आने के अनेक कारण हैं। हिमालय पर्वत के ऊपर उठने की क्रिया अभी समाप्त नहीं हुई है। उसके ऊपर उठने से निकटस्थ क्षेत्र का कॉप जाना स्वाभाविक ही है। मुख्य सीमास्थित विभग (Main Boundary Fault) पर जो दक्षिणी हिमालय के अनुरूप कश्मीर से ब्रह्मा तक चला गया है, शिलाखण्डों के ऊपर उठने और नीचे जाने की गतियाँ होती रहती हैं। इसके अतिरिक्त उत्तरी भारत की शिलाओं का भूसन्तोल विषयक सन्तुलन (Isostatic Equilibrium) अभी तक स्थापित नहीं हो सका है।

(७) भूकम्प का प्रभाव

भूकम्प के प्रभाव का वर्णन करने के लिये मोटे ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं और वास्तव में लिखे भी गए हैं। यहाँ पर संकेतमात्र ही पर्याप्त होगा। विशेष अध्ययन के लिये भारतीय भूगर्भ सर्वेक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित अभिलेख एवं सस्मरण (Records and Memoirs of the Geological Survey of India) बहुमूल्य हैं।

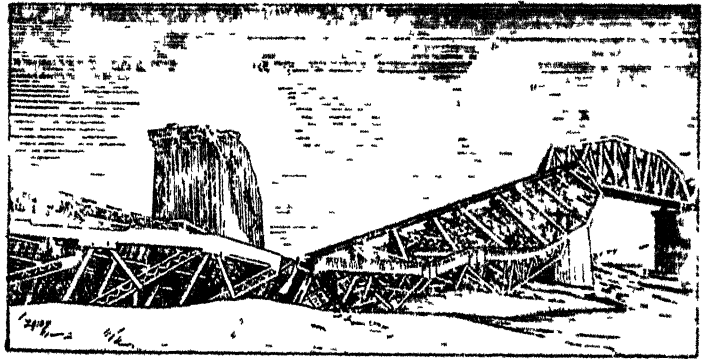
(१) हानियाँ

(१) भूकम्प से धन-जन का बहुत विनाश होता है। इस सम्बन्ध में कुछ कहना व्यर्थ है। आसाम के विगत भूकम्प की स्मृति अभी ताज़ी है। जन-विनाश का अनुमान इसी से लगाया जा सकता है कि इटली के सन् १९०८ के भूकम्प में जिसकी अवधि केवल २३ सैकण्ड थी, डेढ़ लाख से भी अधिक व्यक्ति काल के गाल में चले गए। सम्पत्ति के विनाश का अनुमान जापान के सन् १९२३ के भूकम्प से लगाया जा सकता है। यद्यपि इसकी अवधि भी कुछ सैकण्ड ही थी, तथापि अप्रत्याशित रूप से इसके कारण जो आग लगी, केवल उससे पन्द्रह खरब डालर की सम्पत्ति स्वाहा हो गई। १ मार्च १९६० के अगादिर (मोरक्को) के भूकम्प से १०,००० से अधिक व्यक्ति काल कवलित हुए, ४०,००० व्यक्ति बेघरवार हो गये तथा सम्पूर्ण नगर मिट्टी के ढेर में परिणत हो गया।

(२) भूकम्प के कारण प्रशान्त महासागर में स्थित क्रैकेटोआ नामक टापू सदा के लिये समुद्र के गर्भ में समा गया और उसके साथ ही उसकी समस्त सम्पत्ति धन, जन, जीव, पादप अनन्त में विलीन हो गए।

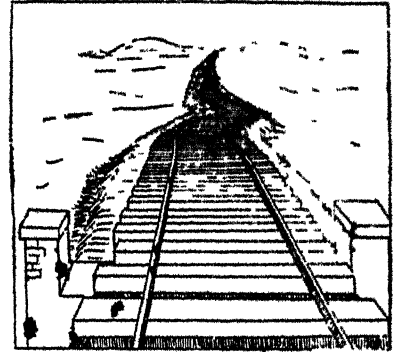


चित्र २९—भूकम्प के कारण पृथ्वी का फट जाना



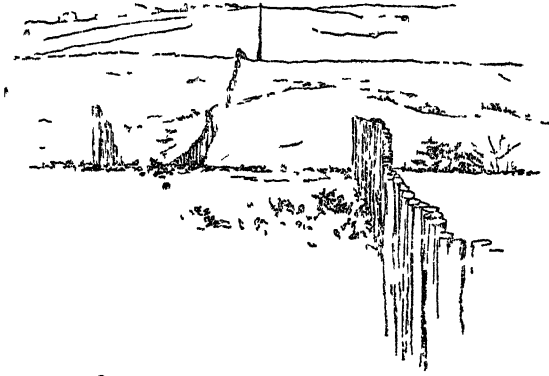
चित्र ३०—भूकम्प के फलस्वरूप पुल का टूट जाना

(३) भूकम्प से मकान नष्ट हो जाते हैं, पेड़ उखड़ जाते हैं, पुल टूट जाते हैं, (चित्र ३०), नदियों में बाढ़ जा आती है, पृथ्वी फट जाती है, (चित्र २९) दरारों से गरम पानी, गन्धकमय गैसें आदि निकलने लगती हैं, स्थलसर्पण (Landslide) के कारण सबके अवरुद्ध हो जाती हैं, रेल की पटरियाँ टेढ़ी हो जाती हैं, (चित्र ३१) रेल मार्ग धँस जाता है और अनेक विचित्र घटनाएँ होती हैं—जैसे बिहार के भूकम्प में अनेक घटाघरों में मरोड़ पड़ गई थी। कभी २ भूकम्प के कारण झरनों के पानी का रंग, तापक्रम तथा वेग बदल जाता है।



चित्र ३१—भूकम्प के कारण रेल की पटरियों का टेढ़ा हो जाना

(४) समुद्रान्तर भूकम्प का उल्लेख तो ऊपर हो ही चुका है। ट्यूनामिस तटीय क्षेत्रों में विनाश ढा देती है। समुद्र के जहाज उलट-पलट जाते हैं।



चित्र ३२—भूकम्प के कारण सीमा-भित्ति का टूट कर खिसक जाना
(२) लाभ

भूकम्प से केवल हानियाँ ही नहीं हैं, वरन् कुछ लाभ भी हैं जैसे —

(१) पृथ्वी के अन्दर के अनेक बहुमूल्य खनिज ज्वालामुखीय भूकम्प द्वारा धरातल पर आ जाते हैं। यदि भूकम्प न हो तो मनुष्य को उनका पता भी न चले।

(२) लावा द्वारा निर्मित भूमि कृषि की दृष्टि से बड़ी उपजाऊ होती है। दक्षिणी भारत की काली मिट्टी, जो कपास की उपज के लिए आदर्श है, इसका उदाहरण है।

(३) भूकम्प के कारण कभी २ पृथ्वी का कोई भाग अचानक ऊपर उठ जाता है। समुद्र में नवीन द्वीप बन जाते हैं। पृथ्वी के धँस जाने से झीले अस्तित्व में आ जाती हैं। सन् १८१९ के कच्छ के भूकम्प में इस प्रकार एक झील और एक बाँध बन गया था। भूकम्प से हुए स्थलसर्पण (Landslide) द्वारा घाटियाँ पट जाती हैं और इस प्रकार कभी २ नदी के पथ के अवरुद्ध हो जाने से झीले बन जाते हैं। गढवाल की गोहना नामक झील इसी प्रकार बनी है।

(४) भूकम्प की लहरों के अध्ययन से हमें पृथ्वी की आन्तरिक रचना का ज्ञान होता है। इसका उल्लेख ऊपर हो चुका है।

८. अभिनवकालीन भारतीय भूकम्प

हाल में आए हुए भारतीय भूकम्पों में मुख्य ये हैं—

(१) कच्छ (१६ जून १८१९)—इससे प्रायः समस्त भारत प्रभावित हुआ। कलकत्ता तक में इसके आघात का अनुभव किया गया। केवल भुज नगर में दो सहस्र व्यक्ति काल कवलित हुए। अहमदाबाद में सुलतान अहमद की विशाल मस्जिद, जिसे बने ४५० साल हो चुके थे, नष्ट हो गई। इस भूकम्प में धरातल के ऊपर उठने से एक बाँध बन गया, जिसे अल्लाह बाँध की सज़ा दी गई है। साथ ही पृथ्वी के धँसने से एक झील भी अस्तित्व में आ गई।

(२) आसाम—(१२ जून १८९७)—१७,५०,००० वर्गमील के क्षेत्र में इसका अनुभव किया गया। इसका अभिकेन्द्र शिलाँग के पठार में था। शिलाँग गोल-पारा, गोहाटी, तथा नौगाँव नगरों को बड़ी क्षति हुई। इसका भयानक प्रभाव कलकत्ता

पर भी पडा, जिससे १६०० व्यक्तियों की जाने गई। उत्तराघातों (Aftershocks) की शृंखला दीर्घकाल तक चलती रही।

(३) कांगडा—(४ अप्रैल १९०५)—इसने १६,२५,००० वर्गमील के क्षेत्र को प्रभावित किया और इसमें बीस हजार व्यक्ति मरे। कांगडा धर्मशाला आदि नगर विष्कुल नष्ट हो गए।

(४) बिहार (१५ जनवरी १९३४)—इसने १९,००,००० वर्ग मील के क्षेत्र को प्रभावित किया। अनेक स्थानों में पृथ्वी फट गई और लोग उनके गर्भ में समा गए। कम से कम १०,००० व्यक्ति मरे।

(५) क्वेटा (३१ मई १९३५)—इसने लगभग एक लाख वर्गमील के क्षेत्र को प्रभावित किया। लगभग २५००० व्यक्ति मरे। क्वेटा नगर को अपरिमित क्षति हुई।

(६) आसाम (१५ अगस्त १९५०)—ज्वालामुखी के पांच सबसे भयानक भूकम्पों में इसकी गणना की जाती है। उसने १५,२०० वर्गमील का क्षेत्र तथा ४,६२,००० व्यक्ति प्रभावित हुए। इसका अनुभव आसाम, द० पू० निम्बत, उत्तरी ब्रह्मा तथा द० पू० चीन तक किया गया। पूना की भूकम्प प्रयोगशाला के अनुसार इसका अभिकेन्द्र २९° उ० ९७° पू० था। मुख्याघात चार मिनट में आठ मिनट तक ही रहा, किन्तु उत्तराघातों की शृंखला कई दिनों तक चलती रही। इसके कारण स्थल-सर्पण (Land slides) बहुत हुए, सरिताओं-विशेषकर ब्रह्मपुत्र की सहायक नदियों के पथ के अवरुद्ध हो जाने से अनेक भागों में भयानक बाढ़ आई। आघात की तीव्रता की तुलना में जनसंख्या की हानि अपेक्षाकृत कम ही हुई। इस भूकम्प में लगभग एक सहस्र व्यक्ति मरे। सम्पत्ति की इससे विशेष हानि हुई। ऐसा अनुमान किया जाता है, कि इस भूकम्प से एक करोड़ से अधिक की सम्पत्ति नष्ट हो गई। इसने लगभग एक लाख मकानों को तथा चाय के छैं बगीचों को हानि पहुंचाई।

उपर्युक्त भूकम्पों में से अधिकांश विभगन (Faulting) के कारण हुए हैं।

६ पूर्वोपाय

उपर्युक्त अध्ययन द्वारा हम यह जान गए कि किन क्षेत्रों में भूकम्प अधिक आते हैं और किनमें कम। हमें इसका भी ज्ञान हो गया कि भूकम्प का प्रभाव किन प्रदेशों में अधिक होता है। अब प्रश्न यह है कि भूकम्प से बचने का उपाय क्या है। भूकम्प-लेखक (Seismograph) से भूकम्प की पूर्व सूचना तो मिल सकती है, किन्तु भूकम्प से रक्षा का उपाय क्या है? यद्यपि विज्ञान ने इतनी उन्नति कर ली है, तथापि भूकम्प के रोकने में वह नितान्त असमर्थ है। समस्या यह है कि भूकम्प के क्षेत्रों में किस पदार्थ के मकान बनाये जायें, जिन्हें भूकम्प प्रभावित न कर सके।

ऐसी रचनाये जिन्हें भूकम्प प्रभावित न कर सके, दो प्रकार के पदार्थों से बनाई जा सकती हैं:—

(१) या तो उनका निर्माण स्थिति-स्थापक (Elastic) पदार्थों में किया जाय, जो भूकम्प की लहरों से काँप भले ही जाय किन्तु टूटे नहीं। बाँस और कागज के मकान इसी श्रेणी के अन्तर्गत आते हैं। जापान में इनका उपयोग बहुत होता है।

(२) अन्यथा इन्हें ऐसे दृढ़ पदार्थ से बनाया जाय, जिस पर भूकम्प की लहरों का कोई भी प्रभाव न पड सके। आधुनिक काल में इस्पात और काक्रीट के समुचित मिश्रण द्वारा इस प्रकार के मकान बनाये गए हैं। इस प्रकार के मकान केवल धनी व्यक्ति ही बनवा सकते हैं—उनका व्यय उठाना साधारण जनता के वश की बात नहीं है।

चतुर्थ परिच्छेद-

ज्वालामुखी की क्रिया

(VULCANICITY)

१ विषय प्रवेश

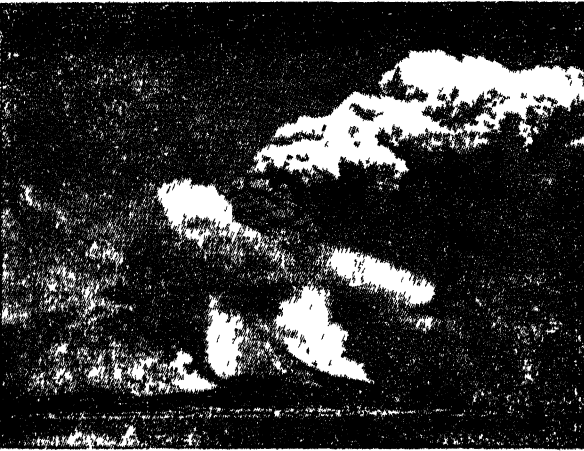
वे सभी वृत्त (Phenomena) जो पृथ्वी के अन्तर्गत से भूपृष्ठ की ओर प्रवाहित होने वाले लावा की गति से सम्बन्धित हैं, ज्वालामुखी की क्रिया के अन्तर्गत आते हैं।

ज्वालामुखी की क्रिया के दो विभाग किये जा सकते हैं —

(१) अन्तर्वर्ती (Intrusive)—जो पृथ्वी के अन्दर होती है।

(२) बहिर्वर्ती (Extrusive)—जो पृथ्वी के धरातल पर होती है।

अन्तर्वर्ती क्रिया के कुछ प्रमुख रूप बैथोलिथ (Batholith) लैंग्कोलिथ (Laccoliths), फाकोलाइट (Phacoliths), लोपोलिथ (Lopoliths), रालोत्थ एव वरुलोत्थ (Stocks and bosses), रालपट्ट (Sills) तथा रालभित्ति (Dikes), हैं। इनकी विस्तृत विवेचना आगे की गई है।



चित्र ३३—विस्वियस ज्वालामुखी का उद्गार

बहिर्वर्ती क्रिया के अन्तर्गत ज्वालामुखी (Volcanoes), विदर-प्रवाह (Fissure flows), गरम सोते (Hot springs), गेसर (Geysers) तथा वातिमुख (Fumaroles) आते हैं। इनका वर्णन भी आगे किया गया है।

२ बहिर्वर्ती वृत्त (Extrusive Phenomena)

(१) ज्वालामुखी (Volcanoes)

• (क) परिभाषा

भूपर्पटी के उन प्राकृतिक छिद्रों एवं विदरों को जिनसे लावा (द्रवित शिलायें) भाप एवं गैसें निकलती हैं, हम ज्वालामुखी कहते हैं।

(ख) वर्गीकरण

उद्गमन (Eruption) के विचार से ज्वालामुखियों के तीन प्रमुख भेद किये जा सकते हैं।

- (१) विस्फोटीय ज्वालामुखी (Explosive Volcanoes)
- (२) उत्स्यन्दी अथवा शान्त ज्वालामुखी (Effusive Volcanoes)
- (३) मिश्रित ज्वालामुखी (Mixed Volcanoes)

१ विस्फोटीय ज्वालामुखी (Explosive Volcanoes)

जैसा कि इसके नाम से प्रकट है इस श्रेणी के ज्वालामुखियों का मुख्य लक्षण यह है कि इनमें धडाके के साथ विस्फोट होता है। इनके मुख में मुख्यतः खण्डित शिलायें और गैसें निकलती हैं। उद्गमन के पदार्थों में लावा, भस्म (Ash) तथा अवस्कर (Scoria) की मात्रा बहुत कम होती है। जापान का फ्यूजीयामा नामक ज्वालामुखी इसका उदाहरण है।

२ शान्त ज्वालामुखी (Effusive Volcanoes)

इस प्रकार के ज्वालामुखी के मुख से केवल लावा एवं गैसें शान्तिपूर्वक अर्थात् बिना शब्द किये हुए बाहर निकलते हैं। इनका मुख्य लक्षण यही है कि इनमें धडाका नहीं होता। इसका उदाहरण सिसिली का स्ट्रोम्बोली (Stromboli) नामक ज्वालामुखी है।

३ मिश्रित ज्वालामुखी (Mixed Volcanoes)

जैसा कि शीर्षक से स्पष्ट है, इस प्रकार का ज्वालामुखी उपर्युक्त दोनों श्रेणियों का मिश्रण है अर्थात् इस ज्वालामुखी में कभी विस्फोट के साथ लावा निकलता है तो कभी शान्तिपूर्वक।

(ग) ज्वालामुखीय शकु (Volcanic Cones)

ज्वालामुखी के उद्गार से निकला हुआ पदार्थ भूपृष्ठ पर शकु के रूप में एकत्रित हो जाता है। इसे ही हम ज्वालामुखीय शकु (Volcanic Cones) कहते हैं। ये शकु तीन प्रकार की होती हैं —

(१) आगारिक शकु (Cinder Cones) — ये विस्फोटीय ज्वालामुखी के उद्गार से बनती हैं। इनमें खण्डित शिलाओं की मात्रा अधिक होती है। आकृति में ये परिपूर्ण शकु (Perfect Cono) से मिलती जुलती हैं। इनके किनारे सीधे नहीं होते वरन् वे नतोदर प्रवण (Concave slope) का निर्माण करते हैं। चित्र ३४ (अ) से यह कथन स्पष्ट होगा।

(२) लावा निर्मित शकु (Lava cones) — ये शान्त ज्वालामुखी के उद्गार से बनती हैं। इनकी रचना मुख्यतः लावा-प्रवाह से होती है। इनमें खण्डित

शिलायें नहीं होती। लावा की संरचना के अनुसार इनकी आकृति में विभेदन पाये जाते हैं —

(१.) आम्लिक शंकु (Acid cones)—यदि लावा आम्लिक हुआ अर्थात् उसमें सिलिका की मात्रा ६५ प्रतिशत से अधिक हुई तो वह काफी गाढ़ा होता है जिससे वह प्रपाती प्रवण वाली गुम्बद (Steep sided domes) का रूप ले लेता है (चित्र ३४ ब)।

(२.) क्षारीय शंकु (Basic cone)—यदि लावा क्षारीय हुआ अर्थात् उसमें सिलिका की मात्रा ६५ प्रतिशत से कम हुई तो वह काफी पतला होता है, जिससे वह दूर तक बह जाता है। अतएव क्षारीय शंकु का व्यास अधिक होता है और प्रवण (Slope) मन्द (Gentle) होता है। अन्य शब्दों में यह शंकु आकृति में ढाल (Shield) से मिलती जुलती है। (चित्र ३४ स)।

(३.) मिश्रित शंकु (Mixed cones)—ये मिश्रित उद्गमन से बनती हैं। जब विस्फोटीय उद्गमन होता है, तब खण्डित शिलाओं का एक स्तर एकत्र हो



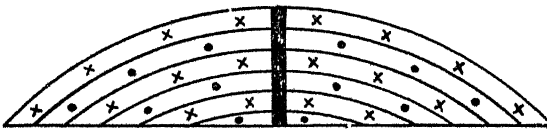
(अ) आम्लिक शंकु



(ब) आम्लिक लावा की शंकु



(स) क्षारीय लावा की शंकु



(ड) मिश्रित शंकु

चित्र ३४—ज्वालामुखीय शंकु

जाता है, तदनन्तर जब शान्त उद्गमन होता है तब लावा का दूसरा स्तर बन जाता है। इस प्रकार एकान्तर पर खण्डित शिलाओं और लावा के अनेक स्तर अस्तित्व में आते जाते हैं। चित्र ३४ (ड) से यह कथन स्पष्ट होगा।

(घ) उद्गमन के पदार्थ

ज्वालामुखी के उद्गमन से जो पदार्थ बाहर निकलते हैं उनके तीन मुख्य विभाग किये जा सकते हैं —

(१) ठोस पदार्थ

ज्वालामुखियों के अधिकांश उद्गार विस्फोटीय होते हैं। विस्फोट द्वारा खण्डित शिलार्ये दीर्घमात्रा में वायुमण्डल में ऊपर उछाल दी जाती हैं। इनमें से कुछ तो ज्वालामुखी के मुख में पुनः प्रविष्ट हो जाती हैं, किन्तु अधिकांश ज्वालामुखी के मुख (Crater) के चारों ओर के क्षेत्र को ढक लेती हैं। ज्वालामुखीय उद्गार की आरम्भिक अवस्था में खण्डित शिलाओं की मात्रा अधिक होती है, क्योंकि पृथ्वी के अभ्यन्तर से ऊपर उठने वाला लावा भूपर्पटी को तोड़ फोड़ कर ऊपर आता है, किन्तु कालान्तर में लावा के अंश की मात्रा बढ़ जाती है। ज्वालामुखी के उद्गार से निकलने वाले ठोस पदार्थ कई प्रकार के होते हैं—

(१) घनीभूत लावा के छोटे नुकीले टुकड़ों को लैपिल (Lapilli) कहते हैं।

(२) खण्डित शिलाओं के अपेक्षाकृत बड़े और नुकीले टुकड़ों को जो लावा द्वारा परस्पर चिपके रहते हैं, ज्वालामुखीय सकोणाश्म (Volcanic Breccia) कहते हैं।

(३) खण्डित पदार्थ के बहुत छोटे-छोटे टुकड़ों और चूर्ण को ज्वालामुखीय अणार (Volcanic ash) अथवा ज्वालामुखीय भस्म (Volcanic Ash) कहते हैं।

(४) खण्डित पदार्थ के सूक्ष्मतम अंश को ज्वालामुखीय धूल (Volcanic Dust) कहते हैं।

(५) सकेन्द्रित धूल (Concentrated Dust) को टफ (Tuff) कहते हैं।

(६) ज्वालामुखीय बम—ये घनीभूत लावा के गोल अथवा रुचिकलाकार (Pear shaped) पिण्ड होते हैं। जब ज्वालामुखी का उद्गार होता है, तब

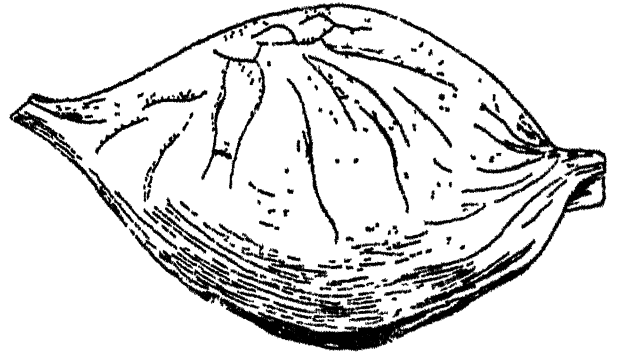
तरल लावा हवा में ऊपर फेंक दिया जाता है। भूमि पर गिरने समय यह लावा गोल या रुचिकलाकार पिण्डों का रूप ग्रहण कर लेता है।

(७) ज्वालामुखीय पक

(Volcanic Mud)

—कभी-कभी ज्वालामुखी के उद्गार के पश्चात् मूसलाधार

वर्षा होती है, जिससे ज्वालामुखीय धूल कीच अथवा पक के रूप में प्रवाहित होने लगती है। इस प्रवाह से बड़ी हानि होती है। सन् ७९ ई० में विसूवियस के उद्गार के अनन्तर ज्वालामुखीय पक के प्रवाह से हरकुलेनियम (Herculeเนียม) नामक नगर पूर्णतः नष्ट-भ्रष्ट हो गया था।



चित्र ३५—ज्वालामुखीय बम

(२) द्रव पदार्थ

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, सरचना की दृष्टि से लावा के दो मुख्य भेद हैं—(१) आम्लिक (Acidic) एवं (२) क्षारीय (Basic)।

(१) आम्लिक लावा—इसमें सिलिका की मात्रा अधिक होती है, अतएव यह काफी गाढा होता है। यह धीरे-धीरे प्रवाहित होता है और घनीभूत होने के पहले दूर तक नहीं जा पाता। इसका द्रवणांक (Melting Point) अधिक होता है।

(२) क्षारीय लावा—इसमें सिलिका की मात्रा ६५ प्रतिशत से कम होती है अतएव यह अपेक्षाकृत पतला होता है, जिससे घनीभूत होने के पूर्व यह मीलों बह जाता है। इसका द्रवणांक अपेक्षाकृत कम होता है।

कभी-कभी जमे हुए लावा का ऊपरी धरातल चिकना भी होता है, किन्तु अधिकतर वह खुरदुरा अथवा विषम होता है। यदि लावा कोलतार के समान गाढा हुआ तो वह अत्यन्त शीघ्र शीतल होने से रज्जु जैसी कुण्डलाकार आकृति ग्रहण कर लेता है। ऐसे लावा को हम रज्जु-राल (Ropy Lava) कहते हैं।

कभी-कभी लावा (आम्लिक और क्षारीय दोनों) में से गैसों के बाहर निकलने से उनके बाहरी पृष्ठ में छोटे छोटे से छेद बन जाते हैं। ऐसे छिद्रमय लावा को हम छिद्रिष्ठ लावा (Spongy Lava) कहते हैं। जब इन छिद्रों की संख्या बहुत अधिक होती है, तब हम उसे अवस्कर (Scoria) कहते हैं। जब यह संख्या और भी अधिक होती है, जिससे लावा इतना हल्का हो जाता है, कि वह पानी में तैरने लगता है, तब हम उसे अवस्कर (Scoria) न कहकर झामक (Pumice) कहते हैं।

(३) गैसीय पदार्थ

ज्वालामुखी के उद्गार से जो गैसें बाहर निकलती हैं, उनमें प्रमुख ये हैं—

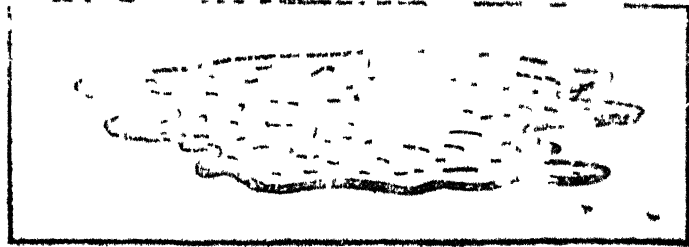
हाइड्रोजन सल्फाइड (Hydrogen Sulphide)	सल्फर डाइऑक्साइड, (Sulphur Di-oxide),
सल्फर ट्राइऑक्साइड (Sulphur Trioxide)	हाइड्रोक्लोरिक एसिड (Hydrochloric Acid),
हाइड्रोजन फ्लोराइड (Hydrogen Fluoride)	कार्बन मोनो ऑक्साइड (Carbon Monoxide),
कार्बोनिक एसिड (Carbonic Acid)	कार्बन डाइऑक्साइड (Carbon Dioxide),
जलवाष्प (Water vapour)	अमोनियम क्लोराइड (Ammonium Chloride)
नाइट्रोजन (Nitrogen)	हाइड्रोजन (Hydrogen),
ऑक्सीजन (Oxygen) इत्यादि	

इनमें हाइड्रोजन क्लोराइड, हाइड्रोजन सल्फाइड, कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड एवं हाइड्रोजन विशेष उल्लेखनीय हैं। ज्वालामुखी के उद्गार से निकली हुई भाप बहुधा द्रवीभूत होकर जलवर्षा का रूप ले लेती है। इसका प्रमाण यह है कि अनेक ज्वालामुखियों के उद्गार के अनन्तर जलवृष्टि हुई है। इससे यह भी निष्कर्ष निकलता है कि भाप प्रचुर परिमाण में निकलती है।

कभी-कभी ज्वलनशील गैसें (Inflammable gases) जैसे हाइड्रोजन आदि इतनी अधिक मात्रा में निसृत होती हैं कि उनके जलने से विशालकाय लव (Flame) उत्पन्न हो जाती है। इस सम्बन्ध में कभी-कभी भ्रम भी हो जाता है। ज्वालामुखी के उद्गार से निकलने वाले शिलाओं के टुकड़े अत्यधिक गरम हो जाने में लाल हो जाते हैं और बहुधा ऊपर निर्मित होने वाले मेघों पर उनकी छाया पड़ने में लव का भ्रम होता है। ज्वालामुखी से निकलने वाली गैसें अधिकांशतः वायुमण्डल में विलीन हो जाती हैं। कभी-कभी उनसे निकटवर्ती शिलाओं में रासायनिक प्रक्रियाएँ (Chemical Reactions) घटित हो जाती हैं, जिसके फलस्वरूप अनेक खनिज जैसे (गन्धक आदि) -संचित हो जाते हैं।

(२) विदर प्रवाह (Fissure Flows)

कभी-कभी ज्वालामुखी के उद्गार से भूपृष्ठ में चित्र ३६ के अनुरूप लम्बी आर परस्पर समानान्तर दरारे बन जाती हैं। इन दरारों में से लावा का शान्त निस्स्राव होता है। बहुधा इस प्रकार से निकले हुए लावा की वाढ़ से भूमि पट जाती है और पठार बन जाते हैं। इसका उदाहरण दक्षिणी भारत की काली मिट्टी का प्रदेश (चित्र ३७) है। इसका क्षेत्रफल लगभग २ लाख वर्गमील है। भूगर्भवेत्ताओं

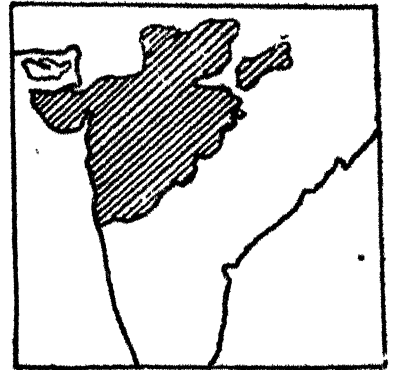


चित्र ३६—विदर प्रवाह

का कथन है कि आरम्भ में इसका क्षेत्रफल ५ लाख वर्गमील के लगभग था किन्तु कालान्तर में विभगन (Faulting) के कारण शेष भाग अरब सागर में धँस गया।

(३) गरम सोता (Hot Spring)

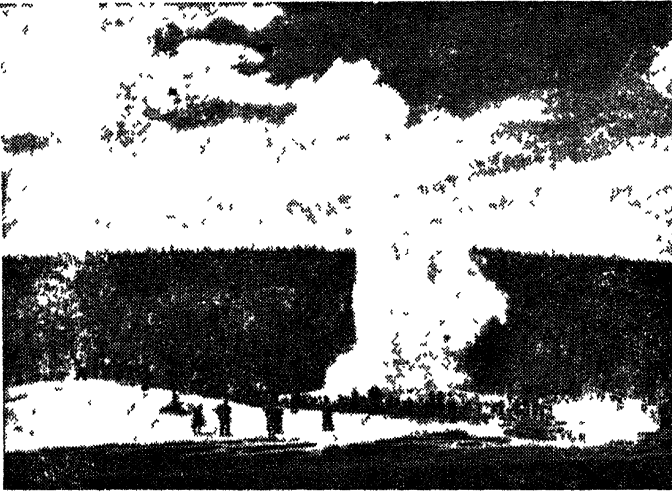
जब भूपर्पटी से गरम पानी निरन्तर निसृत होता है, किन्तु वह स्तम्भ के रूप में ऊपर नहीं उठता, तब हम उसे गरम सोता (Hot spring) कहते हैं। गरम सोते ऐसे क्षेत्रों में भी पाये जाते हैं, जहाँ कभी भी ज्वालामुखी का उद्गार नहीं हुआ है, किन्तु ज्वालामुखीय क्षेत्रों में ये बहुलता से पाये जाते हैं।



चित्र ३७—दक्षिणी भारत का काली मिट्टी का क्षेत्र

(४) गेसर (Geyser)

ये उष्ण जल के ज्वालामुखी हैं। इनमें पानी स्तम्भ के रूप में बाहर निकलता है। इन स्तम्भों की ऊँचाई दो सौ फुट तक पाई गई है। इनसे गरम पानी सदैव नहीं निकलता वरन् रुक-रुक-कर निकलता है। ऐसी धारणा है कि भूपर्पटी के अन्दर पतले सक्के स्तम्भ के रूप में भरा हुआ पानी जब नीचे से गरम होता है तब भाप के दबाव से वह स्तम्भ के रूप से ऊपर उछलता है। कॉच की नली में पानी भरकर और उसे नीचे से गरम करके इस कथन की प्रायोगिक पुष्टि की जा सकती है। न्यूजीलैंड में गेसर बहुत पाये जाते हैं। संयुक्त राज्य अमरीका के 'यैलोस्टोन' पार्क (Yellowstone park) में भी गेसर बहुलता से पाये जाते हैं।



चित्र ३८—ओल्ड फेथफुल गेसर

(५) वातिमुख अथवा सोलफातारा (Solfatara)

ज्वालामुखी के उद्गार के बहुत दिनों बाद जब उसके मुख से लावा और राख निकलना बन्द हो जाता है, तब भी कभी-कभी उसके मुख से भाप और अनेक प्रकार की गैसें निकल करती हैं। जब ऐसी दशा होती है, तब हम यह कहते हैं कि अमुख ज्वालामुखी ने 'सोलफातारा अवस्था' प्राप्त कर ली है। 'सोलफातारा' शब्द सोलफतारा नामक नेपिल्स के एक ज्वालामुखी से लिया गया है, जिसका पिछला उद्गार सन् ११९८ ई० में हुआ था। इसका एक अन्य उदाहरण बलूचिस्तान का कोहि-सुल्तान है। बगाल की खाड़ी में स्थित बैरेन द्वीपसमूह (Barren Islands) में वातिमुख (Solfataras) बहुत पाये जाते हैं।

(६) पंक ज्वालामुखी (Mud Volcano)

जब किसी ज्वालामुखी के मुख से लावा के स्थान पर पकमय जल स्रवित होता

है, तब हम उसे पक ज्वालामुखी (Mud volcano) कहते हैं। पक ज्वालामुखी निम्नांकित क्षेत्रों में पाये जाते हैं।

(१) जहाँ ज्वालामुखी की क्रिया समाप्त हो रही ?। उदाहरणार्थ मिसली एव न्यूजीलैंड।

(२) जहाँ पृथ्वी के धरातल के नीचे भूगर्भ में गैसें विद्यमान हों, जेमें ब्रह्मा और वाकू के पेट्रोलियम के क्षेत्रों में।

(३) जहाँ भूगर्भ में विद्यमान सड़ी हुई वनस्पति में उत्पन्न गैमा के कारण पक ऊपर उठने को बाध्य होता है जैसे मिसीसिपी का डेल्टा, बलूचिस्तान आदि।

कभी-कभी जब गेसर मृत्तिका (Clay) के स्तरों में से प्रवाहित होकर ऊपर उठता है, तब उसका पानी गन्दा हो जाता है और वह पक ज्वालामुखी मद्दश प्रतीत होता है।



चित्र—३९ पक ज्वालामुखी

अब यह निश्चित रूप से सिद्ध हो चुका है कि पक ज्वालामुखी की उत्पत्ति का कारण पेट्रोलियम बाहक शिलास्तरों में से निकलने वाली गैसें हैं। ज्वालामुखी की प्रक्रिया से इसका कोई भी सम्बन्ध नहीं है। अतएव पक ज्वालामुखी नाम ही अशुद्ध है।

३—अन्तर्वर्ती वृत्त (Intrusive Phenomena)

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, इसके अन्तर्गत बैथीलिय (Bathyliths) लैक्कोलिय (Laccoliths), फैकोलाइट (Phacoliths), लोपोलिय (Lopoliths) रालोथ्य एव वर्तुलोथ्य (Stocks and bosses), रालभित्ति (Dykes) तथा रालपट्ट (Sills) आदि स्थल के रूप आते हैं।

(१) बैथीलिय (Bathyliths)

ये घनीभूत लावा के विशालकाय अन्तर्वर्ती पिण्ड हैं। इनकी आकृति प्रायः

गुम्बदाकार होती है। इनके पार्श्व धरातल में बहुत गहराई तक धँसे रहते हैं। इनका आधार भूमिगत होने से दृष्टिगोचर नहीं होता। इनका विस्तार सहस्रों वर्गमील के क्षेत्र में होता है। जहाँ तक संरचना का सम्बन्ध है, प्रायः ये ग्रेनाइट (Granite) से बने होते हैं। उदाहरण—आयरलैण्ड का ग्रेट ग्रेनाइट मास



चित्र ४०—बैथोलिथ (Batholith)

(Great Granite Mass), राजस्थान

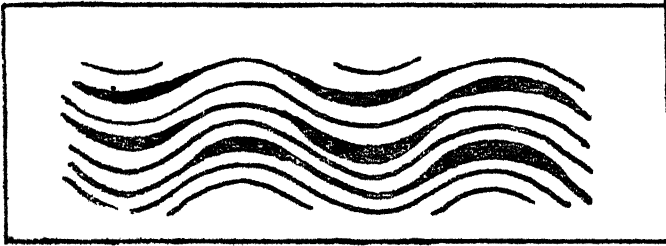
का 'एरिन्पुरा ग्रेनाइट' (Eunpura Granite) आदि।

(२) रालोत्थ एव वर्तुलोत्थ (Stocks and bosses)

गुम्बद सदृश आकृति के अपेक्षाकृत छोटे-छोटे पिण्डों को रालोत्थ तथा वर्तुलोत्थ (Stocks and bosses) कहते हैं। दान्ता नामक पूर्वकालीन भारतीय देशी राज्य में ये बहुलता से पाये जाते हैं।

(३) फैकोलाइट (Phacolites)

इनकी आकृति लैन्स (Lens) से मिलती जुलती है। ये भ्रजित क्षेत्रों



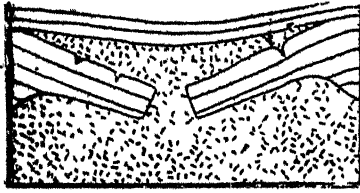
चित्र ४१—फैकोलाइट (Phacolites)

(Folded Regions) में पाये जाते हैं। जैसा कि चित्र ४१ से स्पष्ट होगा, ये चाप एव द्रोणी के मध्यवर्ती भाग में लावा के घनीभूत होने से बन जाते हैं।

(४) लोपोलिथ (Lopoliths)

लोपोलिथ वे अन्तर्वर्ती आग्नेय पिण्ड हैं, जिनकी आकृति तश्तरी जैसी होती है। चित्र ४२ से यह कथन स्पष्ट होगा। इनकी मुख्य पहचान यही है कि ये मध्य में धँसे रहते हैं। इनमें और फैकोलाइट (Phacolites) में यह अन्तर है, कि फैकोलाइट

भ्रजित क्षेत्रों (Folded Areas) में ही पाये जाते हैं। इनकी मोटाई बहुधा व्यास का $\frac{1}{2}$ से लेकर $\frac{1}{10}$ तक होती है। उदाहरण— सयुक्त राज्य अमरीका का डुलुथ ग्रैब्रो



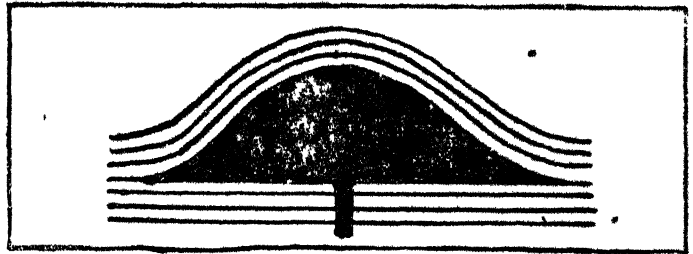
चित्र ४२—लोपोलिथ

मास (Duluth Gabbro Mass) ।

(५) लैवकोलाइट (Laccolites)

भूगर्भ से ऊपर उठने वाला लावा जब पर्वटी को फोड़कर बाहर निकलने में असमर्थ होता है, तब वह अपन दबाव से जलज शिलाओं द्वारा निर्मित भूपर्वटी के बाहरी स्तर को गुम्बद के रूप में माट देता है और उसके अन्दर घनीभूत हो जाता है।

चित्र ४३ से यह कथन स्पष्ट होगा। इसे लैवकोलाइट (Laccolite) कहते हैं। इसकी



चित्र ४३—लैवकोलाइट (Laccolite)

तुलना फोड़े से की जा सकती है। जब ऊपर की जलज शिलायें घिस जाती हैं, तब यह भूपृष्ठ पर प्रकट हो जाता है।

(६) रालभित्ति (Dykes) एवं (७) रालपट्ट (Sills)

इनका उल्लेख पूर्व में हो चुका है। रालपट्ट (Sills) वे अन्तर्वर्ती आग्नेय पिण्ड हैं, जो जलज शिलाओं के तल्प-तलों (Bedding planes) में लावा के घनीभूत हो जाने से अस्तित्व में आ जाते हैं।

रालभित्ति (Dykes), जैसा कि नाम से प्रकट है दीवाल जैसे अन्तर्वर्ती आग्नेय पिण्ड हैं, जो लम्बवत् सन्धियों (Vertical Joints) में लावा के घनीभूत हो जाने से बन जाते हैं।

४. ज्वालामुखी की क्रिया के कारण (The Causes of Vulcanism)

ज्वालामुखी की क्रिया के कारणों का अध्ययन हम निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत करेंगे—

- (१) ताप की उत्पत्ति
- (२) तरल लावा की उत्पत्ति

- (३) लावा का ऊपर उठना
- (४) गैसों एवं भाप का उद्गम

(१) ताप की उत्पत्ति

ज्वालामुखी में ताप निम्नलिखित कारणों से होता है —

(१) भूतापीय (Geothermal)—यह सर्वमान्य सत्य है कि पृथ्वी का अभ्यन्तर अत्यन्त उष्ण है। इससे हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि ज्वालामुखी का अधिकांश ताप आद्य (Primordial) एवं मौलिक है। ज्यो-ज्यो हम पृथ्वी के अन्दर प्रवेश करते हैं त्यों-त्यों तापक्रम बढ़ता जाता है। प्रत्येक एक किलोमीटर की गहराई पर तापक्रम ३° से ० बढ़ जाता है। ताप की इस क्रमिक वृद्धि को हम 'भूतापीय प्रवणता' (Geothermal Gradient) कहते हैं। यह सर्वत्र समान नहीं है। भूपृष्ठ के विभिन्न भागों में इसका मूल्य विभिन्न है। ताप की इस वृद्धि का कारण पृथ्वी के अन्तर का उष्ण होना ही है।

(२) रासायनिक प्रक्रियाएँ (Chemical Reactions)—पृथ्वी के अन्दर अनेक रासायनिक प्रक्रियाएँ होती रहती हैं, जिनसे ताप का उद्भव होता है।

(३) तेजोद्गिरण की क्रिया (Radio Activity)—पृथ्वी के अन्दर अनेक तेजोद्गार पदार्थ (Radio-active Substances) विद्यमान हैं। इनके वियोजन से दीर्घ मात्रा में ताप विकसित होता है।

(२) तरल लावा की उत्पत्ति

इसके सम्बन्ध में विद्वानों में मतभेद है। यह सर्वमान्य तथ्य है कि भूपर्पटी की शिलाओं के भारी दबाव के कारण पृथ्वी के अन्दर शिलायें तरल अवस्था में नहीं रह सकती, क्योंकि दबाव के बढ़ जाने से उनका द्रवणांक (Melting point) बढ़ जाता है। कभी-कभी भूपर्पटी में घटित होने वाली क्रियाओं से [जैसे भजन (Folding), विभगन (Faulting) अथवा अपक्षरण (Erosion) के कारण] भूपर्पटी का दबाव क्षीण हो जाता है। दबाव के घट जाने से द्रवणांक भी घट जाता है और तब ठोस शिलायें पिघल जाती हैं।

(३) तरल लावा का ऊपर उठना

लावा के ऊपर उठने के दो मुख्य कारण हैं —

- (१) भूपर्पटी की गतियाँ
- (२) गैसों एवं भाप का दबाव

भूपर्पटी की गतियों के कारण कभी-कभी दबाव घट जाता है। तरल लावा में विद्यमान भाप एवं गैसों भी दबाव के घट जाने से फैलती हैं और लावा को उमी प्रकार ऊपर फेंक देती हैं जैसे सोडावाटर की बोतल के मुँह में लगी हुई डाट के हटाने पर पानी ऊपर उछलता है।

(४) गैसों और भाप का उद्गम

जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया, लावा के ऊपर उठने में गैसों का विशेष हाथ रहता है। ज्वालामुखी के उद्गार से जो गैसें निकलती हैं, उनका ८० से ९५

प्रतिशत अश भाप होती है। अन्य उल्लेखनीय गैसें में हाइड्रोजन, गन्धकमय गैसें, कार्बन डाइऑक्साइड तथा विभिन्न हाइड्रोकार्बन हैं। ऐसा विश्वास किया जाता है, कि ये सभी गैसें लावा में वर्तमान रहती हैं। इसके अतिरिक्त भूमिगत-जल (Underground water) से भी भाप बनती है। जो ज्वालामुखी समुद्र के निकट पाये जाते हैं, उनमें निश्चित रूप से सागर जल से भाप उपलब्ध होती है। किन्हीं क्षेत्रों में, जब ऊपर उठता हुआ लावा चूने के पत्थर के स्पर्श में आता है तब उसमें कार्बन डाइ आक्साइड की मात्रा बढ़ जाती है। यही कारण है कि यह गैस ज्वालामुखीय क्षेत्रों में बहुत पाई जाती है।

५ ज्वालामुखियों का वितरण

चित्र ४४ में पृथ्वी के क्रियाशील एव अभिनव काल में क्रियाशील ज्वालामुखी प्रदर्शित किये गये हैं। इसके अध्ययन से यह विदित होता है कि—

(१) ज्वालामुखी का वितरण बहुत कुछ भूकम्प की पट्टी से मिलता जुलता है। इन दोनों में मुख्य अन्तर ये हैं — (१) हिमालय प्रदेश में भूकम्प बहुत आते हैं, किन्तु वहाँ ज्वालामुखियों का अभाव है तथा (२) आइसलैण्ड भूकम्प की पट्टी में नहीं आता, किन्तु वहाँ ज्वालामुखी बहुत पाये जाते हैं।

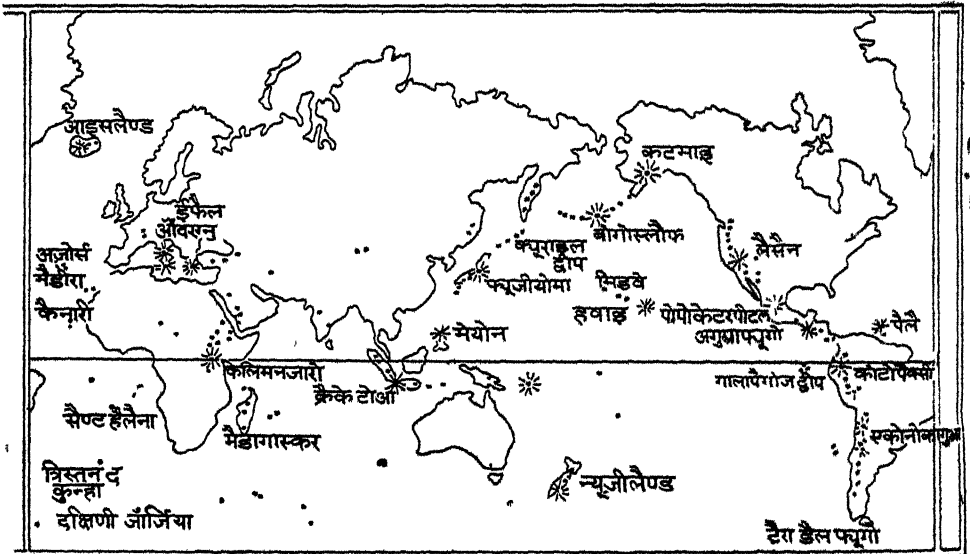
(२) वर्तमान ज्वालामुखी सागर अथवा महासागर के निकट पाये जाते हैं।

(३) ज्वालामुखी ऐसे क्षेत्रों में पाये जाते हैं, जहाँ अभिनवकाल में भूपट्टी में गति हुई हो, उदाहरणार्थ जहाँ नवीन पर्वत बने हो।

संसार में ज्वालामुखी का वितरण तीन बड़ी और एक छोटी पट्टी के रूप में हुआ है —

बड़ी पेटियाँ

(१) प्रशान्त महासागर के पूर्वी तट पर रॉकी एव एण्डीज पर्वतों के अनुरूप एक पट्टी है।



चित्र ४४—संसार में ज्वालामुखियों का वितरण

(२) दूसरी पेटो प्रशान्त के पश्चिमी तट पर जापान, फिलिपाइन आदि द्वीपों के अनुरूप है।

(३) तीसरी पेटो मध्य-जगत में नवीन भूजित पर्वत श्रेणियों के अनुरूप चली गई है।

छोटो पेटो

इसका विस्तार पूर्वी अफ्रीका से लेकर दक्षिणी पश्चिमी एशिया तक है।

६ ज्वालामुखी का मानवीय महत्त्व

(१) विनाश-कार्य अथवा हानियाँ

ज्वालामुखी का आकस्मिक उद्गार हो जाने से धन-जन की प्रचुर हानि होती है। लावा के प्रवाह से गाँव के गाँव चौपट हो गये हैं। ज्वालामुखी से निकलने वाली विषैली गैसों से भी बड़ा विनाश होता है। उदाहरण के लिये उत्तरी अमरीका के यैलोस्टोन पार्क (Yellowstone park) में ज्वालामुखी से निकलनेवाली विषैली गैस के कारण वहाँ पर विचरण हेतु आने वाले जगली जानवर विशेषकर भालू अपनी जान गवाँ बैठते हैं। जावा में भी इस प्रकार का एक क्षेत्र है, जिसे ठीक ही 'मृत्यु की घाटी' (Death Valley) की सजा दी गई है। कभी-कभी ज्वालामुखी से निकलने वाली राख और धूल से नीचे के गाँव और नगर पूर्णतः दब जाते हैं। पौम्पेई एव हर्कुलैनियम नामक रोमन नगर विसूवियस के उद्गार से निकलने वाली राख से दबकर भूगर्भ में विलीन हो गये हैं। जब ज्वालामुखी का उद्गार सागर-नितल में होता है, तब उसके फलस्वरूप सागरजल में बड़ी भयानक लहरे उठती हैं और उनसे मछली एव अन्य सामुद्रिक जीवजन्तु विनष्ट हो जाते हैं। जलयानों को भी उनसे विशेष क्षति पहुँचती है।

(२) लाभ

ज्वालामुखी से होने वाले प्रमुख लाभ निम्नांकित हैं —

१ इनके उद्गार से उपजाऊ भूमि की सृष्टि होती है।

(१) लावा के अपक्षरण से बनी हुई भूमि कृषि की दृष्टि से बड़ी उपजाऊ होती है। इसका भारतीय उदाहरण दक्षिण का काली मिट्टी का प्रदेश है, जो कपास के उत्पादन के लिये आदर्श है।

(२) ज्वालामुखीय राख से निर्मित भूमि भी बड़ी उर्वर होती है। यही कारण है कि एटना और विसूवियस के पदों पर हरे भरे खेत और बगीचे पाये जाते हैं।

(३) ज्वालामुखीय प्रदेशों से प्रवाहित होने वाली नदियाँ अपने साथ उर्वर उन्मृदा लाती हैं, जिसे वे नीचे के मैदानों में बिछा देती हैं। उदाहरणार्थ नील नदी अबीसीनिया से ज्वालामुखीय अवसाद (Sediments) बहाकर लाती है और उसे मिश्र में बिछा देती है।

२ ज्वालामुखी के उद्गार से भूगर्भ में विद्यमान खनिज पदार्थ धरातल पर आ जाते हैं।

यदि ज्वालामुखी न हो तो ये बहुमूल्य पदार्थ मनुष्य को कभी मुलभ ही न हो। ज्वालामुखी से मनुष्य को खनिज-पदार्थ अनेक रीतियों से प्राप्त होते हैं—

(१) बहुत से खनिज द्रवित अवस्था में ज्वालामुखी के उद्गार के साथ घरातल पर आ जाते हैं।

(२) यदि गरम पानी में कुछ गैसें घुली हुई हों तो उसमें कुछ खनिजों को घोल लेने की क्षमता आ जाती है। उदाहरण के लिये गन्धक के अनेक दौगिक गरम पानी में घुल जाते हैं। ये खनिज भूपृष्ठ पर पुनः निक्षेपित हो जाते हैं।

(३) रासायनिक प्रक्रियाओं के फलस्वरूप अनेक पदार्थों के निक्षेप बन जाते हैं।

(४) विदरो में धातुओं के निक्षेप बन जाते हैं। सीसा, चाँदी, ताँबा आदि धातुये प्रायः सदरो^१ (Veins) में ही पाई जाती हैं।

(५) लावा निर्मित शिलाओं से अनेक अच्छे इमारती पत्थर निकाले जाते हैं।

३ ज्वालामुखी की क्रिया से घरातल के रूप के परिवर्तन हो जाते हैं।

यह उल्लेख तो पूर्व में ही हुआ है, कि ज्वालामुखी से भूकम्प आ जाते हैं और कभी-कभी उनके साथ-साथ भूपपटी का कोई भाग ऊपर उठ जाता है और कोई भाग नीचे धँस जाता है। इस सम्बन्ध में कच्छ में अल्लाह बाँध और अन्नदेंगीय झील के बन जाने का उल्लेख किया जा चुका है। लावा के निक्षेप से कभी-कभी पठार भी बन जाते हैं जैसे दक्षिणी भारत का काली मिट्टी का प्रदेश। मृत ज्वालामुखियों (Extinct Volcanoes) के मुख (Crater) में पानी भर जाने से झीलें बन जाती हैं। ज्वालामुखी के उद्गार से बन जाने वाले स्थल एव जल के विभिन्न रूपों का विस्तृत विवेचन अन्तर्वर्ती एव बहिर्वर्ती वृत्तों के अन्तर्गत हो चुका है।

१ शिलाओं के घरातल में पाई जाने वाली सकरी दरारें जिनमें खनिज पदार्थ के घोल जम जाते हैं।

पंचम परिच्छेद

ऋतुक्षरण (WEATHERING)

१ परिभाषा

वर्षा, तापक्रम के विभेदन, तुषार आदि ऋतु-तन्वो के कारण धरातल की विगुप्त शिलाओ के टूटने-फूटने की प्रक्रिया को हम ऋतुक्षरण (Weathering) कहते हैं। इस क्रिया के फलस्वरूप अपरिवर्तित शिला के ऊपर टूटे हुए अबद्ध पदार्थ का स्तर स्थापित हो जाता है। मिट्टी का निर्माण इसी प्रकार होता है। वर्षा अथवा गुरुत्वाकर्षण (Gravity) के कारण ऊपर का अबद्ध पदार्थ नीचे की ओर परिवाहित होता है, जिससे अपरिवर्तित शिला का पृष्ठ निरावरण अथवा अनावृत हो जाता है। शिलाओ के उपरी भाग के टूटने फूटने तथा टूटे हुए पदार्थ के परिवाहन से शिला के अनावृत हो जाने की क्रिया को अनावृतीकरण (Denudation) कहते हैं। अन्य शब्दों में अनावृतीकरण ऋतुक्षरण तथा परिवाहन का सम्युक्त फल है।

२ ऋतुक्षरण की मात्रा प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

शिलाओ में ऋतु-क्षरण की मात्रा निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है —



चित्र ४५—वृक्ष की जड़ों के फँलने से शिलाओ का टूटना जलवायु के क्षेत्रों की अपेक्षा अधिक ऋतुक्षरण होता है।

(१) शिलाओ की घुलनशीलता— यह स्वाभाविक ही है कि घुलनशील शिलाओ में अधुलनशील शिलाओ की अपेक्षा ऋतुक्षरण अधिक होगा।

(२) शिलाओ के कणों का सगठन— ऐसी शिला में जिसके कण कम बद्ध होते हैं, उस शिला की अपेक्षा जिसके कण अधिक बद्ध होते हैं, ऋतुक्षरण अधिक होता है।

(३) शिलाओ की संरचना—भेद्य शिलाओ में अभेद्य शिलाओ की अपेक्षा ऋतुक्षरण अधिक होता है। उदाहरण के लिये चूने के पत्थर में, जिसमें लम्बवत् सन्धियाँ पाई जाती हैं, ग्रेनाइट की अपेक्षा ऋतुक्षरण अधिक होता है।

(४) प्रवण की प्रकृति—प्रपाती प्रवण के शिलाखण्डों में मन्द प्रवण के शिला-खण्डों की अपेक्षा ऋतुक्षरण अधिक होता है।

(५) जलवायु—परिवर्तनशील तथा विषम जलवायु के क्षेत्रों में स्थिर तथा सम

(६) वनस्पति—वृक्षों की जड़ें फैल फैल कर शिलाओं को तोड़ती-फोड़ती रहती हैं। अतएव पथरीले क्षेत्र में वृक्ष ऋतुक्षरण में अभिवृद्धि करते हैं।

(७) रासायनिक सरचनः—रासायनिक ऋतुक्षरण शिलाओं की रासायनिक सरचना पर निर्भर है। यदि शिला की रासायनिक सरचना रासायनिक प्रक्रिया के अनुकूल हुई, तो रासायनिक ऋतुक्षरण होता है अन्यथा नहीं।

(८) स्थिति—शिलाखण्डों के कोनों पर ऋतुक्षरण सबसे अधिक होता है। किनारों पर उससे कम होता है तथा पार्श्वों पर और भी कम होता है।

३ ऋतुक्षरण के प्रकार

ऋतुक्षरण दो प्रकार का होता है—(१) यांत्रिक (Mechanical) तथा (२) रासायनिक (Chemical)

यांत्रिक ऋतुक्षरण—यांत्रिक प्रक्रियाओं से होता है। इसके प्रमुख अभिकर्ता ये हैं—

(१) तुषार—शीतल प्रदेशों में तुषार ही ऋतुक्षरण का मुख्य माधन है। चूर्ण-प्रस्तर (Limestone) जैसी शिलाओं की सन्धियों में भरा हुआ जल रात में ठण्ड के कारण जम जाता है। घनीभूत हिम पूर्ववर्ती जल की अपेक्षा आयतन में अधिक होती है, अतएव जब जल हिम में परिणत होता है तब वह फैलता है, जिससे सन्धि चौड़ी होती है और शिला खण्डित हो जाती है। यह क्रम निरन्तर चला करता है, जिससे शिलायें धीरे-धीरे टूटती रहती हैं।

(२) वर्षा-जल—वर्षा का जल यांत्रिक तथा रासायनिक दोनों प्रकार का ऋतुक्षरण करता है। रासायनिक ऋतुक्षरण की विवेचना आगे की गई है। यांत्रिक



चित्र ४६—भूस्तम्भ (Earth Pillar) भूस्तम्भ बहुत पाये जाते हैं।

ऋतुक्षरण के अन्तर्गत वर्षा-जल अधुलनशील पदार्थ के कणों को बहा ले जाता है। पहाड़ियों और टीलों के ढालों पर जो नालियाँ बन जाती हैं, वे इसी का फल हैं। ऐसे क्षेत्रों में जहाँ कोमल मृत्तिका (Clay) में शिलाओं के टुकड़े पाये जाते हैं, कभी-कभी भूस्तम्भ (Earth Pillars) बन जाते हैं। इनमें ऊपर स्थित शिला-खण्ड नीचे की मृत्तिका को वर्षा द्वारा बहा जाने से रोकता है। ये भूस्तम्भ बहुत समय तक नहीं रहते। ऊपर के शिला-खण्ड के गिर जाने पर नीचे की कोमल मृत्तिका बहा जाती है। उत्तरी इटली में

(३) ताप एव शत—ताप एव शत के एकान्तर पर होने का फल मरुस्थलों में देखने को मिलता है। मरुस्थलों में दिन और रात के तापक्रम में महान् अन्तर होता है। दिन में शिलायें अत्यधिक तप जाती हैं। रात में तापमान गिर कर हिमाक के निकट पहुँच जाता है। अतएव, प्रति दिन शिलायें दिन में फैलती हैं और और रात में सिकुड़ती हैं। तापक्रम के इन द्रुत परिवर्तनों के कारण शिलायें चटख जाती हैं। कभी-कभी जब शिलायें टूटती हैं, तब इतने जोर की ध्वनि होती है, जैसे बन्दूक छटी हो। शिलाओं के टूटने की प्रक्रिया उस समय तक जारी रहती है, जब तक वे

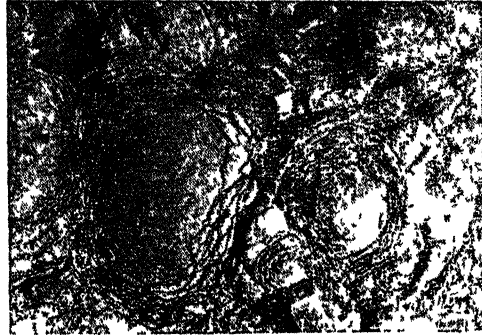
रेत जैसे सूक्ष्म कणों में, परिणत नहीं हो जाती। पर्वतीय क्षेत्रों में शिलाओं के टूटने हुए टुकड़े ढाल के अनुरूप लुढ़क कर नीचे पद पर इकट्ठे होते रहते हैं। इन अबड़ टुकड़ों को हम सपात (Scree) कहते हैं।



चित्र ४८—सपात (Scree)

(४) वायु—वायु के थपेड़ों से शिलायें टूटती-फूटती रहती हैं। कभी २ गोलाकार शिलाओं के ऊपरी पतल क्रमशः उखड़ते जाते हैं। इस क्रिया का नाम-अपपर्णन (Exfoliation) है तथा ऐसे ऋतुक्षरण को गोलाकार ऋतुक्षरण (Spheroidal Weathering) कहते हैं।

वायु में विद्यमान धूलि के कण उसके औजार का काम करते हैं। वायु द्वारा सम्पन्न ऋतुक्षरण से अनेक प्रकार के भूरूप अस्तित्व में आ जाते हैं। इनकी विवेचना 'पवन का कार्य' शीर्षक प्रकरण में की गई है। एक उदाहरण उच्छैल (Clag) है, जो शिलाखण्ड के निचले भाग के अधिक कटने से बन जाता है।



चित्र ४८—अपपर्णन (Exfoliation)

वर्षा जल की भाँति वायु रासायनिक ऋतुक्षरण भी करती है।

रासायनिक ऋतुक्षरण—रासायनिक प्रक्रियाओं से होता है। इन रासायनिक प्रक्रियाओं में अधिक उल्लेखनीय ये हैं —

(१) घोल (Solution)—शिलाओं में विद्यमान घुलनशील खनिज वर्षाजल में घुलकर बह जाते हैं।

(२) ऑक्सीडेशन (Oxidation)—वर्षाजल में ऑक्सीजन नामक गैस रहती है। अनेक शिलाओं में ऐसे तत्व पाये जाते हैं, जो आक्सीजन के सम्पर्क में

आते ही 'आक्साइड' (Oxide) का निर्माण करते हैं। उदाहरण के लिये यदि किसी शिला में लोहा हाता है, तो वह ऑक्सीजन के सम्पर्क में आकर लोहे का आक्साइड बन जाता है। अतएव उस शिला के ऊपर लोहे के आक्साइड (Iron Oxide) का भूरा पत स्थापित हो जाता है।

(३) कार्बोनेशन (Carbonation)—साधारण जल में चूने का पत्थर नहीं घुलता, किन्तु यदि पानी में कार्बन-डाइ-आक्साइड गैस घुली हो, तो उसमें वह सरलता से घुल जाता है। जब वर्षा-जल वायुमण्डल में से होता हुआ नीचे आता है, तब उसमें कार्बन डाइ आक्साइड, जो वायुमण्डल में रहती है, घुल जाती है, जिससे उसमें चूने के पत्थर को घोल लेने की क्षमता आ जाती है।

(४) हाइड्रेशन (Hydration)—चट्टानों के कुछ अधुलनशील पदार्थ पानी के सम्पर्क में आने से हाइड्रेशन को क्रिया द्वारा घुलनशील पदार्थों में परिणत हो जाते हैं।

(५) विसक्तकरण (Desiccation)—प्रत्येक आग्नेय शिला में सिलिका (Silica) न्यूनाधिक मात्रा में अवश्य होती है। विसक्तता नामक रासायनिक प्रक्रिया द्वारा यह सिलिका मूल शिला से पृथक हो जाती है, जिससे ऋतुक्षरण में सहायता पहुँचता है। कभी-कभी इस प्रकार पृथक हुई सिलिका शिलाओं का दारारो में निक्षेपित हो जाता है और सदर (Verm) का रूप धारण कर लेती है।

४ ऋतुक्षरण के परोक्ष कारण

यदि हम गभीरता से विचार करें, तो हमें स्पष्ट होगा कि मनुष्य, जीव-जन्तु तथा पेड़-पौधे भी न्यूनाधिक मात्रा में ऋतुक्षरण की क्रिया में सहायक होते हैं—

(क) मनुष्य—अपनी स्वार्थ-पूर्ति के लिये जमीन जोतता है, खदानें खोदता है, सुरंग बनाता है तथा जंगल के वृक्ष काटता है। ये सभी क्रियायें ऋतुक्षरण में सहायक होती हैं।

(ख) जाव-जन्तु—अनेक जानवर ऐसे हैं, जो पृथ्वी में बिल बनाकर रहते हैं। केचुवे तथा दीमक नीचे की मिट्टी खोदकर ऊपर लाते हैं।

(ग) पेड़-पौधे—पूर्व में उल्लेख किया जा चुका है कि पेड़ों की जड़ें शिलाओं की दारारों में फैल फैल कर उन्हें चौड़ा करती रहती हैं, जिससे शिलायें टूटती रहती हैं।

षष्ठम् परिच्छेद .

नदी का कार्य (ACTION OF RUNNING WATER)

१ नदी की क्रिया के विभाग

नदी द्वारा सम्पन्न भौगोलिक क्रिया के तीन अंग हैं—(१) अपक्षरण अथवा उत्खनन (Erosion) (२) अपनयन अथवा परिवाहन (Transportation) तथा (३) निक्षेपण अथवा संचयन (Deposition)। यह तथ्य तो सर्वविदित है, कि नदी के बहाव से उसके किनारे कटते रहते हैं। यही अपक्षरण है। टूटे हुए किनारों के पदार्थ को वह अपने साथ आगे बहा ले जाती है। यही परिवाहन है। फिर इस पदार्थ को वह समुद्र अथवा झील में जमा कर देती है। यही निक्षेपण है।

२ अपक्षरण के प्रकार तथा मात्रा

नदी का अपक्षरण दो प्रकार का होता है —(१) रासायनिक अपक्षरण (Chemical erosion) तथा (२) भौतिक अथवा यांत्रिक अपक्षरण (Mechanical erosion) नितल के घुलनशील पदार्थ नदी के जल में घुल जाते हैं। घोल की यह रासायनिक प्रक्रिया रासायनिक अपक्षरण का एक रूप है। किनारों का कटना यांत्रिक अपक्षरण का उदाहरण है।

नदी की दशा में रासायनिक अपक्षरण की अपेक्षा यांत्रिक अपक्षरण कहीं अधिक महत्वपूर्ण है। यांत्रिक अपक्षरण के पुन दो भेद किये जा सकते हैं —(१) नदी का अपन किनारों का काटना पार्विक अपक्षरण है। इससे नदी चौड़ी होता है। दूसरी ओर नदी के नितल का कटना लम्बवत् अपक्षरण है। इससे नदी की गहराई बढ़ता है।

यांत्रिक अपक्षरण की मात्रा अनेक प्रतिकारकों पर निर्भर है —

(१) नदी जल की रचना—निर्मल जल से शिलाओं का अपक्षरण बहुत कम होता है। नदी जल में विद्यमान ककड़, पत्थर, रेत आदि स्थल के काटने में ओजार अथवा यंत्र का कार्य करते हैं। अतएव नदी-जल में ये जितनी अधिक मात्रा में विद्यमान होंगे, अपक्षरण भी उतना ही अधिक होगा।

(२) अपक्षरित होने वाले स्थलखण्ड के कणों का सगठन—नदी जिस स्थलखण्ड का अपक्षरण करती है, यदि उसका निर्माण करने वाले कण परस्पर सम्बद्ध रहते हैं, तो वह सरलता से नहीं कटता। दूसरी ओर असम्बद्ध कणों से निमित्त स्थलखण्ड शीघ्र ही अपक्षरित हो जाता है।

(३) नदी का वेग—अपक्षरण शक्ति और नदी के वेग का सम्बन्ध निम्नलिखित सूत्र द्वारा निर्धारित होता है.—

$$\text{अपक्षरण शक्ति} \propto (\text{नदी का वेग})^2$$

इससे स्पष्ट है, कि जब नदी का वेग चौगुना हो जाता है, तब अपक्षरण-शक्ति दूनी हो जाती है। दोनों में वर्गमूल का सम्बन्ध है।

नदी का वेग दो प्रतिकारको पर निर्भर है—

(१) प्रवण अथवा ढाल—प्रवण जितना प्रपाती (Steep) होगा, नदी का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(२) जल का आयतन—नदी में जल का आयतन जितना अधिक होगा, वेग भी उतना ही अधिक होगा।

३ नदी के अपक्षरण का मूल सिद्धान्त

नदी के अपक्षरण के लिये यह आवश्यक है कि उसमें भार (Load) के रूप में ककड़, पत्थर रेत आदि हों। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, ये अपक्षरण के यंत्र का कार्य करते हैं। स्पष्ट है, कि नदी में भार की मात्रा जितनी अधिक होगी, अपक्षरण भी उतना ही अधिक होगा। प्रत्येक नदी अपने साथ अधिक से अधिक जितना भार ले जा सकती है उमकी निश्चित सीमा होती है, उससे अधिक भार ढोने में वह असमर्थ होती है। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट होगा—मान लीजिये कोर्ट नदी अधिक से अधिक २०० टन का भार वहन कर सकती है। यह भी मान लीजिए कि वह अपने साथ १०० टन का भार पहले से ला रही थी और पथ में अपक्षरण के कारण भार की मात्रा बढ़कर ३०० टन हो जाती है। प्रकट है, कि इस दशा में नदी अपने साथ केवल २०० टन भार ले जावेगी, शेष १०० टन छूट जावेगा। हाँ, यह हो सकता है कि वह अपने साथ जो भार ला रही थी और अपक्षरण से जो नवीन भार उसे मिला—उन दोनों में अदला बदली हो जावे। जब नदी अधिकतम भार वहन करती है, तब उमसे अपक्षरण नहीं होता, क्योंकि यदि वह कुछ अपक्षरण करती भी है तो उतना ही सचयन हो जाता है, अतएव फल शून्य होता है।

संक्षेप में —

(१) जब नदी में भार नहीं होता, तब अपक्षरण भी नहीं होता।

(२) जब नदी में भार की मात्रा अधिकतम होती है, तब भी अपक्षरण नहीं होता।

इन दोनों सीमाओं के बीच में एक ऐसी अवस्था होती है—जब अपक्षरण अधिकतम होता है। इस अवस्था के पूर्व अपक्षरण क्रमशः बढ़ता है और इसके पश्चात् वह क्रमशः क्षीण होता है।

यही अपक्षरण का मूलभूत सिद्धान्त है।

४ नदी पथ का अनुक्रमण

(Grading of river channel)

उपर्युक्त सिद्धान्त के आधार पर नदी अपने पथ के ढाल को भार के अनुसार व्यवस्थित करती रहती है अर्थात् जब नदी पथ के अग विशेष के ऊपरी भाग में पहुँचने वाला भार—

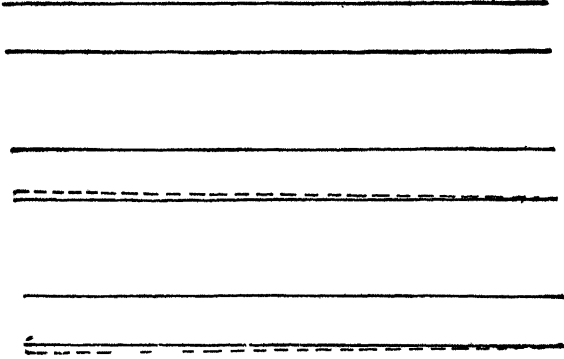
(१) उसके अधिकतम भार के बराबर होता है, तब न अपक्षरण होगा और न सचयन अथवा अपक्षरण और सचयन दोनों समान मात्रा में होंगे। इससे नदी पथ के अग विशेष के ढाल पर कोई प्रभाव न पड़ेगा, वह पूर्ववत् बना रहेगा।

(२) उसके अधिकतम भार से अधिक होता है, तब नदी अधिकतम भार को तो बहा ले जाती है और अतिरिक्त भार वहाँ संचित हो जाता है, जिससे उसका ढाल

बढ़ जाता है। ढाल के बढ़ जाने से नदी का वेग भी बढ़ जाता है। धीरे धीरे नदी का वेग इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है, कि वह ऊपर से आने वाले भार को ले जाने में समर्थ होती है।

(३) उसके अधिकतम भार से कम होता है, तब नदी में वहाँ सचयन की अपेक्षा अपक्षरण अधिक होता है, जिससे उसका ढाल घट जाता है। ढाल के घट जाने से नदी का वेग क्षीण हो जाता है। धीरे-धीरे नदी का वेग इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है, कि वह ऊपर से आने वाले भार को ले जाने में ठीक समर्थ होती है।

चित्र ७३ में उपर्युक्त तीनों दशाये प्रदर्शित की गई हैं। प्रथम दशा में हम यह कहते हैं कि नदी में अनुक्रमण (Gradation) हुआ, द्वितीय दशा में पुञ्जीकरण (Aggradation) और तृतीय दशा में निम्नीकरण (Degradation)।



चित्र ४९—नदी पथ का अनुक्रमण

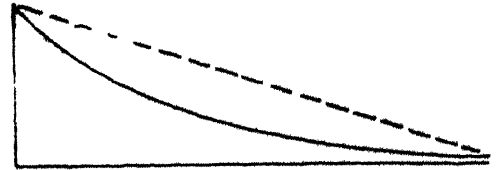
(उपर्युक्त सभी दशाओं में हमने यह पहले से मान लिया था कि नदी पथ के अग विशेष का ढाल तथा उसके जल का आयतन और वेग एकरूप (Uniform) हैं और भार के पदार्थ भी एक ही आकार-प्रकार के हैं।)

५ जल अपक्षरण का वक्र

(Curve of water erosion)

मान लीजिये एक ऐसा ढाल है जो सर्वत्र एकरूप है और एक सी शिलाओं से बना है। इस ढाल का ऊपरी सिरा किसी पर्वत पर स्थित है और निचला सिरा समुद्र तट पर है। अब यह कल्पना कीजिये कि इस ढाल के ऊपरी भाग में किसी नदी का उद्भव होता है और वह ढाल के अनुरूप बहती है। ऊपरी भाग में नदी को प्राप्त होने वाला जल वहाँ पर होने वाली वर्षा का जल होगा अतएव उसका आयन सीमित होगा। ज्यो-ज्यो नदी समुद्र की ओर बढ़ती है, त्यो-त्यो जल की मात्रा बढ़ती जाती है क्योंकि उसमें स्थानीय वृष्टि के अतिरिक्त ऊपर के ढाल का जल भी बह आता है। इसके अतिरिक्त पार्श्वों से सहायक नदियाँ भी मिलती हैं। अन्य शब्दों में, आरम्भ में नदी में भार की मात्रा बिल्कुल नहीं होती, जिससे अपक्षरण भी नहीं होता, आगे बढ़ने पर नदी-नालो के मिलने से उसके भार में क्रमशः वृद्धि होती है। भार के बढ़ जाने से अपक्षरण की मात्रा भी बढ़ जाती है। अपक्षरण की वृद्धि एक निश्चित सीमा

तक होती है। जब भार अधिकतम हो जाता है, तब अपक्षरण रुक जाता है अथवा अपक्षरण और मचयन समान हो जाते हैं। यह अवस्था ढाल के निचले भाग में आती है। संक्षेप में, ढाल की चोटी पर अपक्षरण बिल्कुल नहीं होता और निचले भाग में अपक्षरण और मचयन समान हो जाते हैं। अतएव इन दोनों स्थानों के मध्य में कोई ऐसा स्थान अवश्य होता है, जहाँ अपक्षरण अधिकतम होता है। उसके ऊपर और नीचे दोनों ही दिशाओं में अपक्षरण क्रमशः घटता जाता है। पूर्व में हम अपक्षरण के मूलभूत सिद्धान्त की विवेचना कर चुके हैं। उससे भी हम इसी निष्कर्ष पर पहुँचे थे। इस प्रकार के अपक्षरण का पूर्ववर्ती ढाल पर यह प्रभाव पड़ता है, कि वह नतोदर प्रवण (Concave Slope) में परिणत हो जाता है। चित्र ५० से यह कथन स्पष्ट होगा। इसे ही हम जल के अपक्षरण का वक्र कहते हैं।



चित्र ५०—जल के अपक्षरण का वक्र

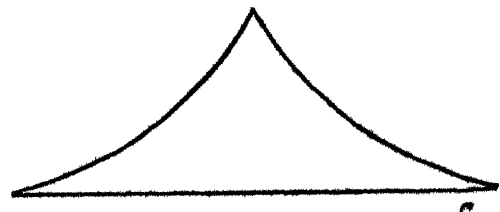
यह वक्र क्रमशः विकसित होता रहता है। जब हम इसकी तुलना पूर्ववर्ती ढाल से करते हैं, तब हमें विदित होता है कि इसके ऊपरी भाग का प्रवण निचले भाग की तुलना में प्रपाती है। इसका कारण यह है कि ऊपरी भाग में अपक्षरण अधिक हुआ है और निचले भाग में मचयन। इस प्रवृत्ति का परिणाम यह होगा कि ढाल का ऊपरी भाग क्रमशः प्रप्राती होता चला जायगा और निचला भाग



चित्र ५१—अपक्षरण-वक्र का विकास क्रमशः मन्द (Gentle) होता चला जायगा। अन्य शब्दों में अपक्षरण का विन्दु क्रमशः ऊपर बढ़ता जायगा। चित्र ५१ में अपक्षरण के वक्र की विभिन्न उत्तरोत्तर अवस्थाएँ प्रदर्शित की गई हैं।

६. जलविभाजक (Watershed) की आकृति

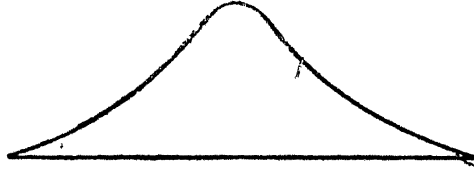
पूर्व परिच्छेद में यह स्पष्ट है कि, जल के अपक्षरण से जो ढाल बनता है, वह नतोदर आकृति का होता है। यदि नदी का उद्गम जल-विभाजक के सर्वोच्च शिखर पर स्थित हो, तो चित्र ५२ के अनुसार उसका ऊपरी भाग नोकदार होगा। किन्तु प्रकृति में नदी का उद्गम कभी भी जल-विभाजक के शिखर पर नहीं होता। वह शिखर से थोड़े नीचे ढाल पर कहीं स्थित होता है। यह आवश्यक भी है, क्योंकि नदी की उत्पत्ति के लिये जलभण्डार की आवश्यकता है। यदि नदी का उद्गम जल विभाजक के शिखर पर स्थित होता, तो वहाँ जल का साघन केवल स्थानीय वर्षा होती, जो नदी-प्रवाह के



चित्र ५२—नोकदार जलविभाजक

लिप पर्याप्त न होती। वास्तव में नदी-उद्गम के ऊपर का जल-विभाजक, का भाग स्पष्ट का कार्य करता है, अर्थात् वह पानी को सोखता रहता है और फिर झरने के रूप में उसे क्रमशः प्रदान करता है।

एक बार की जलवृष्टि में संचित जलराशि के समाप्त होने के पूर्व दूसरी जलवृष्टि हो जाती है। यही क्रम चलता रहता है और नदी का उद्गम कभी सूखने नहीं पाता।

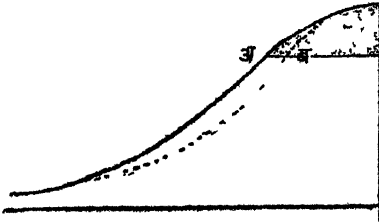


नअप में, जब नदी-उद्गम जल-विभाजक के शीर्ष पर स्थित नहीं होता, तब उसके ऊपर जल विभाजक की आकृति उन्नतोदर होती है।

चित्र ५३—उन्नतोदर जलविभाजक

७ नदियों के उद्गम का पीछे की ओर कटना

कोई भी नदी अपने उद्गम के ऊपर अपक्षरण करने में असमर्थ होती है, किन्तु घाटियों में यह प्रवृत्ति पाई जाती है कि उद्गम के पीछे भी उनका



चित्र ५४—नदी के उद्गम का पीछे की ओर कटना

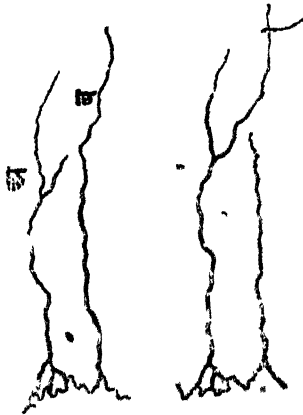
विस्तार हो। यह कथन एक उदाहरण-से स्पष्ट होगा। चित्र ५४ में एक पर्वत प्रदर्शित किया गया है, जिसमें भेद्य शिला के स्तर अभेद्य शिला के स्तर के ऊपर स्थित है। भेद्य शिला वर्षा के जल को सोखती रहती है। यह जल 'क' पर स्रोत के रूप में प्रवाहित होता है। यही स्रोत नदी का उद्गम है। अपक्षरण वक्र, जिसका पूर्व में उल्लेख हो चुका है, 'क' से आरम्भ होता है और कालान्तर में जब वह

पूर्णतः विकसित हो जाता है तब 'क' पर ढाल बड़ा प्रपाती हो जाता है। इसका फल यह होता है कि जलवृष्टि से 'क' के ऊपर का भाग भी कटने लगता है, जिसे 'क' पर स्थित स्रोत पीछे की ओर खिसकने लगता है। जैसा कि चित्र ५४ से स्पष्ट होगा कुछ काल के अनन्तर 'क' पर स्थित स्रोत 'ख' पर पहुंच जाता है। इस प्रकार नदी, उद्गम के पीछे की ओर कटती रहती है। इस क्रिया से कभी-कभी नदियों का अपहरण (River capture) भी हो जाता है। इसकी विवेचना आगे की गई है।

८ नदी अपहरण

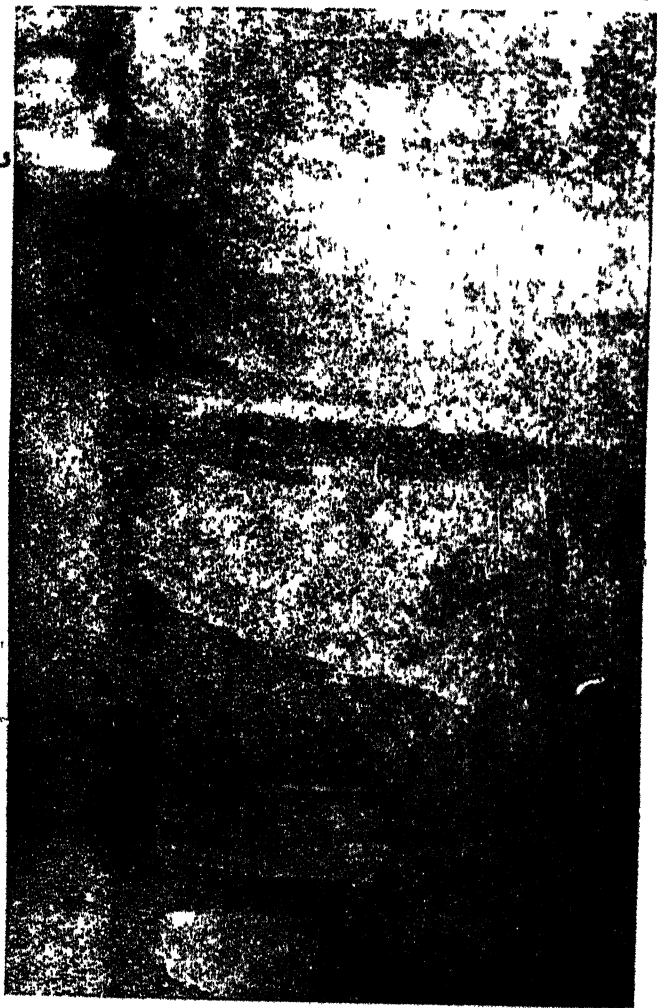
(River capture)

जब दो नदियाँ पास-पास बहती हैं, तब कभी-कभी ऐसा होता है, कि अधिक अपक्षरण करने वाली नदी ऊपर की ओर काटते-काटते (through head-ward erosion) कम अपक्षरण



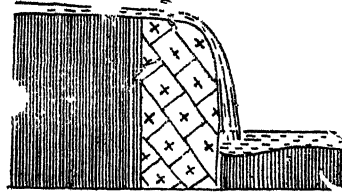
चित्र ५५—नदी-अपहरण

[पृष्ठ ५३ के सामने]



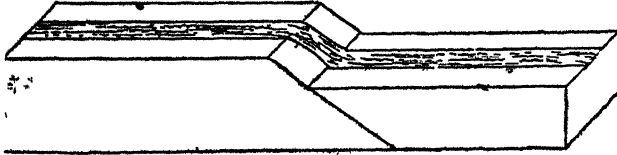
है। इस प्रकार की क्रिया का फल यह होता है कि प्रपात क्रमशः पीछे की ओर बढ़ता रहता है।

(२) पठार के ऐसे किनारों पर जो लगभग उदग्र ही जलप्रपात पाया जाता है। सलग्न चित्र से यह कथन स्पष्ट होगा। अफ्रीका की अनेक नदियाँ नाकागोहण की दृष्टि से इसीलिये व्यर्थ हैं कि वे पठारों में नीचे की ओर प्रवाहित होती हैं। उदाहरण के लिये कागो नदी ३२ दूतवाहो का निर्माण कर ९०० फुट नीचे उतरती है।



(३) कुछ जल प्रपात विभगन (Faulting) के कारण बन जाते हैं। इनका सबसे सामान्य उदाहरण वह विभग है जिसमें ऊपर उठा हुआ खण्ड (Upthrown Side) नदी प्रवाह के सन्दर्भ में पीछे की ओर रहता है तथा अधिक अवरोधी शिलाओं से

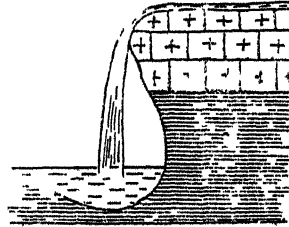
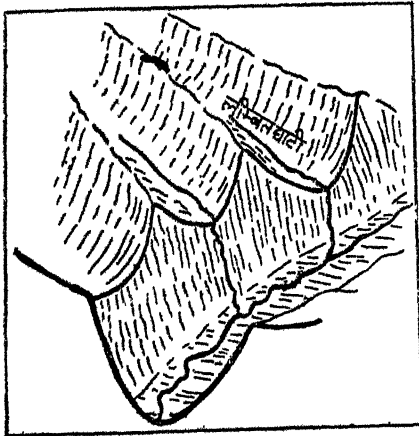
चित्र ६१—पठार के किनारे पर बना जल प्रपात



चित्र ६२—विभगन से बना जलप्रपात

निर्मित होता है और नीचे घसा हुआ खण्ड (Down thrown Side) आगे की ओर रहता है तथा अपेक्षाकृत अधिक अवरोधी शिलाओं से बना होता है। जैम्बेजी नदी पर विक्टोरिया जलप्रपात अशत विभगन के कारण बना है।

(४) हिमानीकृत प्रदेशों (Glaciated regions) के ऐसे भागों में जल-प्रपात पाये जाते हैं जहाँ मुख्य घाटी के अति-उत्खनन (Over-Deepening) के



चित्र ६४—सागरीय उच्छृंग से

बना जलप्रपात

बना जलप्रपात

कारण लम्बित घाटियाँ (Hanging Valleys) मुख्य नितल से बहुत ऊपर उठ जाती हैं।

(५) कभी २ जब नदी प्रपाती-उच्छृंग (Steep cliff) के किनारे गिरकर समुद्र में मिलती है, तब जलप्रपात बन जाता है। सागरीय अपक्षरण कारण ऐसे उच्छृंग पीछे की ओर अर्थात् स्थल की दिशा में ग्विसकने रहते हैं।

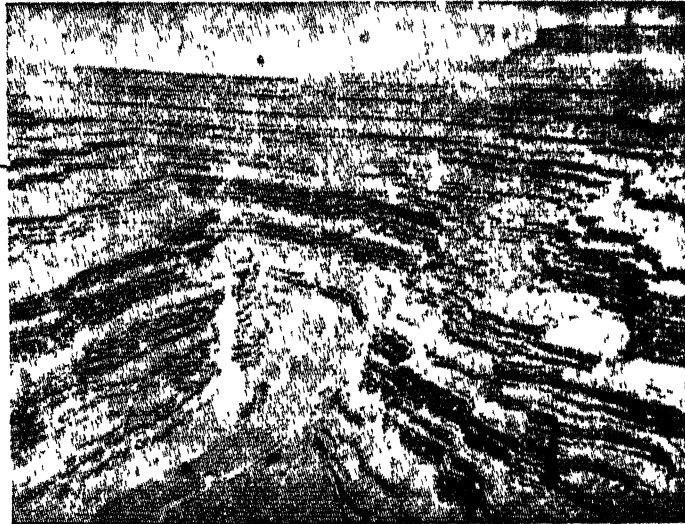
१० नदी की घाटी का विकास

नदी के ऊपरी भाग में सचयन की तुलना में अपक्षरण अधिक होता है और निचले भाग में सचयन की तुलना में अपक्षरण कम होता है। अन्य शब्दों में नदी अपने पथ के ऊपरी भाग में घाटी को गहरा करती है—इसी आधार पर उसे 'घाटी क्षेत्र' (Valley tract) कहते हैं। अपने पथ के निचले भाग में नदी उन मय पदार्थों को, जिनका वह परिवाहन करती है, फैला देती है, जिमसे मैदान बन जाते हैं। इसी आधार पर नदी पथ के इस भाग को 'मैदानी क्षेत्र' (Fluv tract) कहते हैं। शनै-शनै निक्षेप-स्थल में वृद्धि होती जाती है जिमसे मैदानी क्षेत्र ऊपर की ओर फैलता जाता है—और घाटी क्षेत्र संकुचित होता जाता है।

(१) घाटी क्षेत्र (Valley Tract)

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है नदी-पथ के ऊपरी भाग में सचयन की अपेक्षा अपक्षरण अधिक होता है। इसका फल यह होता है कि नदी की घाटी गहरी होती जाती है। यदि अपक्षरण का कार्य केवल नदी द्वारा सम्पन्न होना, तो उसकी

चित्र ६५—नदी की घाटी का क्रमग चौड़ा होना

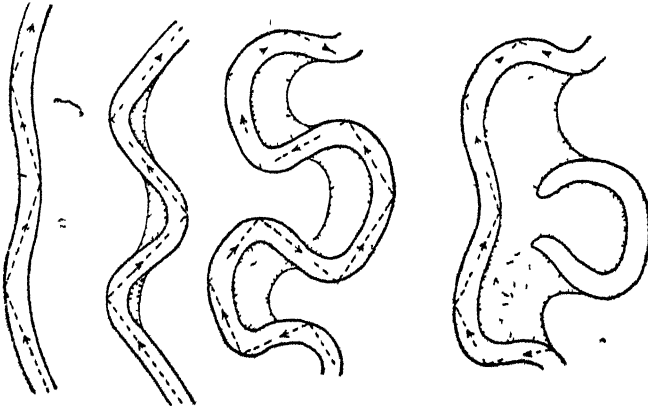


चित्र ६६—कैनियन (Canyon)

घाटी के पार्श्व लम्बवत् रहते किन्तु अन्य अभिकर्ता जैसे तुषार, वर्षा आदि किनारों को घुटते रहते हैं, जिससे नदी की घाटी V—आकृति की हो जाती है। किनारों के ढाल लम्बवत् अपक्षरण और पार्श्विक (Lateral) अपक्षरण के तुलनात्मक मूल्य पर निर्भर करते हैं अर्थात् यदि पार्श्विक अपक्षरण अधिक होता है, तो ढाल मन्द ढोता है, दूसरी ओर यदि लम्बवत् अपक्षरण अधिक होता है तो ढाल प्रपाती होता है। ढाल की आकृति बहुत कुछ शिलाओं की संरचना और जलवायु पर भी निर्भर करती है। 'कठोर शिलाओं की अपेक्षा मृदुल शिलायें शीघ्रता से घिसती हैं। इसी प्रकार कम वर्षा के क्षेत्रों की अपेक्षा अधिक वर्षा के क्षेत्रों में पार्श्विक अपक्षरण अधिक होता है, जिससे घाटी V—आकृति की हो जाती है। इन सम्बन्ध में कॉलोरैडो नदी के कैनियनों (Canyons) का उल्लेख उचित होगा। कोलम्बिया के अर्ध-मरुस्थलीय प्रदेश में कॉलोरैडो नदी की घाटी बहुत अधिक गहरी और सकरी है। यहाँ पर घाटी के दोनों किनारे दीवाल का भाति लम्बवत् है। स्पष्ट है, कि यहाँ पर वर्षा के अभाव में पार्श्विक अपक्षरण बिल्कुल नहीं होता। नदी के प्रवाह से केवल लम्बवत् अपक्षरण होता है जिससे घाटी गहरी होती चली गई है।

(२) मैदानी क्षेत्र

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है नदी-पथ के निचले भाग में अपक्षरण की अपेक्षा संचयन अधिक होता है। इसका फल यह होता है कि घाटी की गहराई क्रमशः घटती जाती है और नदी में बाढ़ की प्रवृत्ति विकसित होती जाती है। नदी के प्रवाह में थोड़ी सी भी बाधा आने पर वह घूमकर बहने लगती है। नदी के घूम कर बहने से जो वक्र बन जाते हैं उन्हें हम प्रवाह-मोड़ अथवा मियनडर (Meander) कहते हैं। एशिया माइनर में मियनडर नाम की एक नदी है, जो लहराती हुई अर्थात् इस प्रकार के वक्र बनाती हुई बहती है। इसी नदी के नाम के आधार पर Meander शब्द बना है। चित्र ५६ से यह कथन स्पष्ट होगा कि वक्राकार नदी-पथ में पानी की धारा



चित्र ६७—प्रवाह-मोड़ों का विकास

नतोदर तट पर टकराती है जिससे वह कट जाता है, दूसरी ओर यह अपक्षरित पदार्थ उन्नतोदर तट पर एकत्र होता है। इस प्रकार नतोदर तट के निरन्तर कटने और उन्नतोदर तट पर निरन्तर निक्षेपण होने से वक्रता की मात्रा क्रमशः बढ़ती जाती है। चित्र ६५

मे वक्रता की वृद्धि की विभिन्न उत्तरोत्तर अवस्थाये प्रदर्शित की गई है। इस प्रकार कालान्तर में वक्र लगभग वृत्ताकार हो जाता है। इस दशा में कभी-कभी बाढ़ के समय वक्र के दोनो भाग जो अत्यन्त निकट होते हैं मिल जाते हैं और नदी पुन सीधे बहने लगती है। वक्र का वह भाग जो छूट कर अलग हो जाता है, झील में परिणत हो जाता है। ऐसी झील को हम वृषभ-धनु झील (Ox-Bow lake) कहते हैं क्योंकि उसकी आकृति बैल के जुए सदृश होती है।



चित्र ६८—मैदान में प्रवाहित होनेवाली नदी का अनुप्रस्थ प्रच्छेद

मैदानी क्षेत्र में वृषभ-धनु झीले निरन्तर बनती रहती हैं और नदी के पथ में विवर्तन होते रहते हैं। इन पार्श्विक विवर्तनों से चौड़ा और लगभग समतल मैदान अस्तित्व में आ जाता है। इस मैदान के किनारों पर भूमि ऊपर उठी रहती है। चित्र ६८ में इस प्रकार का मैदान प्रदर्शित किया गया है। चित्र से स्पष्ट होगा कि इस मैदान में प्रवाहित होने वाली नदी का नितल धरातल की अपेक्षा बहुत कम गहरा है। यह स्वाभाविक ही है, क्योंकि नदी के मैदानी भाग में अपक्षरण की तुलना में संचयन अधिक होता है।

बाढ़ के समय नदी का जल किनारों के ऊपर चढ़ जाता है और घाटीतल (Valley floor) में फैल जाता है अतएव इसे बाढ़ का मैदान (Flood plain) कहते हैं। बाढ़ की दशा में नदी के पथ (Channel) में जल का प्रवाह तीव्र वेग से होता है, किन्तु बाढ़ के मैदान में जल प्रायः स्थिर रहता है। प्रवाह-वेग के इस विभेदन के कारण नदी पथ के दोनो किनारों पर कीचड़ जमा हो जाता है। बाढ़ के समाप्त होने पर नदी-धारा का जल नीचे आ जाता है और बाढ़ के मैदान का शेष जल या तो नदी की धारा में आकर मिल जाता है या उसे पृथ्वी सोख लेती है। नदी पथ के किनारों पर



चित्र ६९—पूर-तटो (Levees) का बनना

एकत्रित कीचड़ यथावत् स्थिर रहता है, जिससे नदी-तट बाढ़ के मैदान की अपेक्षा ऊपर उठा रहता है (चित्र ६९)। जब नदी पुन अपनी सामान्य दशा में आ जाती है, तब निक्षेपण से उसका नितल फिर ऊँचा होने लगता है। फलतः यद्यपि किनारे पहले की अपेक्षा ऊँचे होते हैं, तथापि नितल की अपेक्षा उनकी ऊँचाई पूर्ववत् ही रहती है, क्योंकि नितल भी ऊपर उठ जाता है। फिर बाढ़ आती है और फिर किनारे ऊँचे होते हैं। बाढ़ के समाप्त होने पर निक्षेपण से नदी का नितल फिर ऊँचा होता है। यही क्रम चलता रहता है।



चित्र ७०—निक्षेपण द्वारा नदी-तल का बाढ़ के मैदान से ऊपर उठ जाना

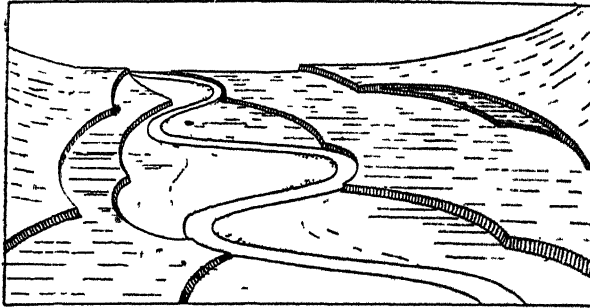
कालान्तर में नदी का नितल बाढ़ के मैदान की अपेक्षा ऊँचा हो जाता है, यद्यपि किनारों पर वह नीचा ही रहता है। स्पष्ट है कि ऐसी दशा में बाढ़ की संभावना बहुत अधिक होती है। नदी द्वारा निर्मित इन प्राकृतिक बाँधों को, जिन्हें कृत्रिम रीति से सुदृढ़ किया जा सकता है पूर तट (Levees) कहते हैं। उत्तरी अमरीका की मिसौमिपी, इटली की पो तथा चीन की ह्वांगहो नदियों में पूर तट पाये जाते हैं। यदि पूरे तट को कृत्रिम रूप से सुदृढ़ न किया जाय तो नदी की धारा में विवर्तन होते रहेंगे। बाढ़ की दशा में नदी इन तटों को तोड़कर आस पास के प्रदेश में विनाश का दण्ड उपस्थित कर सकती है। ह्वांगहो में यही होता है। इसीलिये उसे 'चीन का शोक' कहते हैं।

११ नदी का कायाकल्प (Rejuvenation of River)

यह तो पूर्व में उल्लेख हो ही चुका है कि मैदानी भाग में नदी का लम्बवत् अपक्षरण समाप्त हो जाता है। ऐसी अवस्था आ जाने के बाद कभी-कभी ऐसा होता है कि आकस्मिक असाधारण वर्षा से नदी जल का आयतन बढ़ जाता है अथवा भूपर्पटी की गतियों से नदी-तल का ढाल प्रपाती हो जाता है, जिससे लम्बवत् अपक्षरण पुन आरम्भ हो जाता है। इसे हम नदी का कायाकल्प कहते हैं।

१२ नदी उत्तल (River Terraces)

नदी में कायाकल्प हो जाने से उसका पथ गहरा हो जाता है जिससे बाढ़



का मैदान नदी तल की तुलना में यथेष्ट ऊँचा हो जाता है और वह नदी का घाटी के ऊपर दोनों ओर मच्च सदृश प्रतीत होता है। इस प्रकार के मच्चों को हम उत्तल (Terrace) कहते हैं।

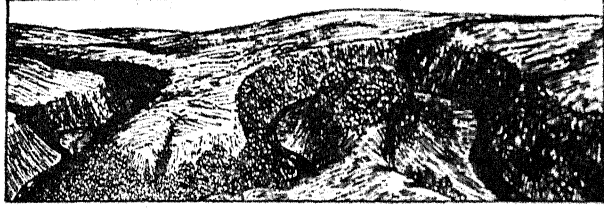
चित्र ७१—नदी के उत्तल

कालान्तर में लम्बवत् अपक्षरण पुन समाप्त हो जाता है और फिर पार्श्विक अपक्षरण से नवीन बाढ़ का मैदान निर्मित होता है। यह तो स्पष्ट ही है, कि इस नवीन बाढ़ के मैदान का धरातल पुरान बाढ़ के मैदान के धरातल से बहुत नीचा होगा। इसके पश्चात् यदि किसी कारण नदी का पुन कायाकल्प होता है और उसमें पुन लम्बवत् अपक्षरण आरम्भ होता है, तो पुन नवीन उत्तल बनजाते हैं। इस प्रकार उत्तलों की क्रमिक श्रृंखला बन सकती है।

१३ प्रवर्धित प्रवाह-मोड़ (Incised Meanders)

यदि बाढ़ के मैदान में प्रवाह-मोड़ बनाती हुई किसी नदी का कायाकल्प हो जाता है तो उसके प्रवाह मोड़ गहरे हो जाते हैं यद्यपि उनकी वक्र आकृति पूर्ववत्

बनी रहती है। इस प्रकार के गहरे प्रवाह मोड़ों को हम प्रवर्धित प्रवाह मोड़ (Incised Meanders) कहते हैं।



चित्र ७२—प्रवर्धित प्रवाहमोड़ (Incised Meanders)

१४ परिवाहन (Transportation)

नदी का जल अपने साथ अपक्षरित पदार्थ को बहा ले जाता है। यही परिवाहन है। यह पदार्थ विविध आकार-प्रकार का होता है। जो पदार्थ घुलनशील हैं, वे नदीजल में घुल जाते हैं और उनका परिवाहन घोल के रूप में होता है। इस श्रेणी के अन्तर्गत विभिन्न प्रकार के लवण और रासायनिक यौगिक आते हैं। जिन पदार्थों का घनत्व पानी से कम होता है, वे तैरते हुए परिवाहित होते हैं, जैसे लकड़ी के टुकड़े, घास-फूस आदि। अन्य पदार्थों में—जो आकार में कुछ बड़े होते हैं वे नितल पर लुढ़कते हुए चलते हैं जैसे पत्थरों के टुकड़े; सूक्ष्म कण निलम्बित अवस्था (Suspension) में प्रवाहित होते हैं। अधिक बड़े टुकड़ों को नदी बहा ले जाने में असमर्थ होती है और वे छूट जाते हैं। बाढ़ के समय उनका परिवाहन होता है। नदी अपने साथ अधिक से अधिक कितना बड़ा पत्थर का टुकड़ा बहा ले जा सकती है—यह अनेक प्रतिकारकों पर निर्भर है जैसे (१) धारा का वेग (२) पत्थर के टुकड़े की आकृति, घनत्व एवं संरचना। यदि समान रचना और घनत्व के छोटे बड़े अनेक आकारों के बहुत से गोलाकार पत्थर हों, तो नदी द्वारा जो सबसे बड़ा पत्थर परिवाहित होगा उसके व्यास में और प्रवाह-वेग में यह सम्बन्ध होगा :—

प्रवाह वेग \propto (परिवाहित होने वाले बड़े से बड़े पत्थर के टुकड़े का व्यास)^२
अर्थात् यदि नदी का वेग दूना हो जाता है, तो वह चौगुने व्यास के पत्थर को परिवाहित कर सकेगी। इसी प्रकार नदी द्वारा परिवाहित भार का आयतन और प्रवाह वेग में निम्नांकित सम्बन्ध है :—

$$\text{प्रवाह वेग} \propto (\text{आयतन})^{\frac{1}{3}}$$

अर्थात् यदि प्रवाह-वेग दूना हो जाता है, तो वह $2^{\frac{27}{3}} = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ गुणे भार का परिवाहन करेगा।

नदी का प्रवाह-वेग उसके पथ की आकृति आकार एवं ढाल तथा उसमें विद्यमान पानी के आयतन पर निर्भर है। यदि आकृति और ढाल स्थिर रहते हैं, तो पानी के आयतन के बढ़ जाने से प्रवाह-वेग बढ़ जाता है। इसी प्रकार यदि पथ की आकृति और जल का आयतन स्थिर रहता है, तो ढाल के बढ़ जाने से प्रवाह-वेग बढ़ जाता है। यदि आयतन और ढाल स्थिर रहते हैं, तो टेढ़े-मेढ़े पथ से प्रवाहित

होने वाली नदी की तुलना में सीधी नदी का प्रवाह-वेग अधिक होता है। इसके अतिरिक्त यहाँ पर यह भी उल्लेखनीय है कि नदी के प्रत्येक भाग में प्रवाह-वेग एक-सा नहीं होता है। घर्षण (friction) के कारण नितल और पार्श्वों में प्रवाह-वेग मध्य-भाग की अपेक्षा कम होता है।

यह तो पूर्व में उल्लेख ही चुका है कि प्रत्येक नदी अधिक से अधिक एक निश्चित मात्रा का भार वहन कर सकती है। यदि वास्तविक भार इससे कम होता है, तो अपक्षरण द्वारा उसमें वृद्धि होती है। यदि वास्तविक भार इसके बराबर होता है, तो अपक्षरण अथवा सचयन कुछ भी नहीं होता। यदि वास्तविक भार इससे अधिक होता है तो शेष भार छूट जाता है, जिसे सचयन होता है।

संसार भर की नदियाँ महासागरों में प्रतिवर्ष अपरिमित अवसाद डालनी रहती हैं। यह आगणन किया गया है कि केवल संयुक्त राज्य अमेरिका की नदियाँ प्रतिवर्ष कम से कम ८० करोड़ टन पदार्थ परिवहित करती हैं।

१५ निक्षेपण (Deposition)

नदी के कार्य के उपर्युक्त विवेचन से यह स्पष्ट है कि अपक्षरण और सचयन परस्पर पूरक प्रक्रियाएँ हैं। जो दशाएँ एक के लिये अनुकूल ह, वे ही दूसरे के लिये प्रतिकूल हैं। उदाहरण के लिये ढाल के बढ़ जाने से अथवा जल के आयतन के बढ़ जाने से अथवा प्रवाह वेग के बढ़ जाने से अपक्षरण बढ़ जाता है, दूसरी ओर इनके घट जाने से निक्षेपण बढ़ जाता है। निक्षेपण सम्बन्धी अनेक बातों का विचार अपक्षरण के अन्तर्गत हो चुका है। यहाँ पर केवल नदी द्वारा संचित स्थल और जल के निक्षेपों की रूपरेखाएँ प्रस्तुत की जा रही हैं।

(१) स्थल के निक्षेप

नदी के स्थल-निक्षेपों के प्रमुख रूप कछारी-व्यजन (Alluvial Fan), कछारी मैदान (Alluvial Plain), बाढ़ का मैदान (Flood Plain) पूर-तट (Leves) तथा उत्तल (Terraces) हैं। इनमें से कुछ का उल्लेख अपक्षरण के अन्तर्गत हो चुका है।

(२) जल के निक्षेप

समुद्र अथवा झील में गिरने के पूर्व नदियों का वेग क्षीण हो जाता है, जिससे निक्षेपण होता है। यदि उस समुद्र अथवा झील में लहरें और धाराएँ इतनी प्रबल नहीं होती कि वे नदी द्वारा संचित अवसाद को बहा ले जा सकें तो नदी-मुख पर डेल्टा का सृजन होता है। डेल्टा के सम्बन्ध में आगे विस्तृत विवेचना की गई है। सचयन सतत रूप से होता रहता है जिससे डेल्टा क्रमशः समुद्र की दिशा में आगे बढ़ता रहता है। नदी मुख पर संचित पदार्थ नदी की धारा के बहने में बाधक होता है, जिससे मुख्य धारा से अनेक शाखाएँ, फूट निकलती हैं। इन्हें हम वितरक-धाराएँ (Distributaries) कहते हैं। प्रत्येक वितरक-धारा में मुख्य धारा की तुलना में जल की मात्रा कम होती है। इसका फल यह होता है, कि निक्षेपण की मात्रा बढ़ जाती है। इन वितरक धाराओं में से बहुत सी अत्यन्त मन्द होती हैं क्योंकि उनमें भार अधिक होता है और ढाल की मात्रा कम होती है। इससे उनके बीच में रेत के टापू बन जाते हैं, जिन्हें हम सँकत-दण्ड (Sand bar) कहते हैं।

१६ नदी के पथ की विभिन्न अवस्थायें

नदी के उद्गम से लेकर अन्त तक के पथ को तीन भागों में बाँटा जा सकता है—

- (१) ऊपरी अथवा पर्वतीय भाग,
- (२) मध्य अथवा मैदानी भाग,
- (३) निचला अथवा डेल्टा का भाग।

(१) ऊपरी अथवा पर्वतीय भाग

नदी का उद्गम बहुधा पर्वतों में होता है अतएव आरम्भ में वह पर्वतीय प्रदेश में प्रवाहित होती है। इस क्षेत्र में वह प्रपाती प्रवर्णों के मध्य में होकर बहती है। नदी की इस अवस्था का प्रमुख लक्षण यह है कि उसमें जल प्रपात (Water-falls), प्रपातिका (Cascades) तथा द्रुतवाह (Rapids) बहुत पाये जाते हैं और लम्बवत् अपक्षरण से घाटी गहरी होती रहती है। प्रपातों में नदी-जल काफी ऊँचाई से नीचे गिरता है, प्रपातिका में शृंखलावत् बहुत से प्रपात होते हैं और द्रुतवाह में पानी गहरी और संकरी प्रदरी (Gorge) में होकर बहता है।

जलवृष्टि के कारण नदी का उद्गम क्रमशः पीछे खिसकता रहता है। इस कथन की विस्तृत विवेचना 'नदियों के उद्गम का पीछे की ओर कटना' शीर्षक के अन्तर्गत हो चुकी है।

नदी के अपक्षरण-कार्य का अधिकांश भाग पर्वतीय भाग में ही सम्पन्न होता है। नदी के साथ बहने वाले पत्थरों के टुकड़े इसमें विशेष सहायक होते हैं। वे अपनी रगड़ से नितल को घिसते रहते हैं। अन्य शब्दों में वे नदी के अपक्षरण के लिये यंत्र का कार्य करते हैं। नदी की इस अवस्था में उसका वेग अधिक होता है जिससे अपक्षरण बहुत होता है। अपक्षरण के इन यंत्रों पर भी रगड़ का प्रभाव कुछ कम नहीं पड़ता। नितल के विरुद्ध निरन्तर घिसते-घिसते ये क्रमशः आकृति में गोल और आकार में छोटे होते जाते हैं।

नदी के जल में जब भँवर पड़ती है, तब पत्थरों के छोटे छोटे असम्बद्ध टुकड़े उसमें चक्कर खाते हैं, जिससे नितल में गोल गड्ढे बन जाते हैं। इन्हें हम कुम्भगत (Pot Holes) कहते हैं। कालान्तर में अनेक निकटवर्ती कुम्भगत परस्पर जुड़ जाते हैं। इससे नदी के लम्बवत् अपक्षरण में सहायता मिलती है।

नदी के लम्बवत् अपक्षरण की मात्रा बहुत-कुछ नितल को शिलाओं की प्रकृति पर निर्भर है। मृदुल शिलाओं की तुलना में कठोर शिलायें बहुत कम घिसती हैं। इसका एक सुन्दर उदाहरण नियागरा का जलप्रपात (Waterfall) है। इस नदी का तल नियागरा नामक कठोर चूने के पत्थर की शिलाओं से बना है। इनके नीचे शैल (Shale) और बालुकाश्म (Sandstone) के मृदुल स्तर हैं। प्रपात से गिरने वाला जल बौछार के रूप में नीचे की मृदुल शिलाओं से टकराता है। चित्र ५८ से यह कथन स्पष्ट होगा। फल-यह होता है कि नीचे के शिलास्तर ऊपर की अपक्षा अधिक कट जाते हैं। इस प्रकार ऊपरी कठोर शिला के स्तर आगे बढ़े हुए निरालम्ब लटकते रहते हैं और कालान्तर में अपने वृहद् भार के कारण टूट कर गिर पड़ते हैं। इस प्रकार की क्रिया का फल यह होता है कि प्रपात क्रमशः पीछे की ओर खिसकता रहता है।

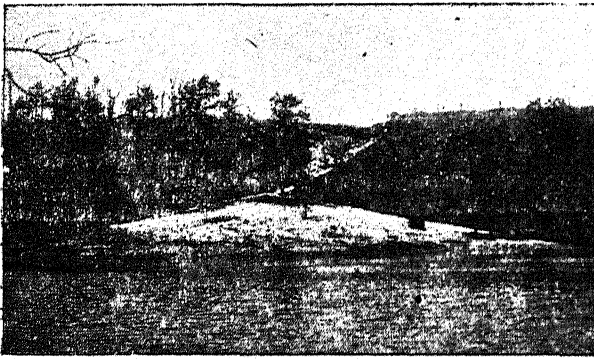
नदी के अपक्षरण में जलवायु का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इसका एक सुन्दर उदाहरण कौलेरेडो नदी के कैनियन (Canyons) है। ये ऐसी गहरी घाटियाँ हैं, जिनके पार्श्व मीलों ऊँचे हैं और प्रायः लम्बवत् हैं। ये ऐसे प्रदेशों में पाये जाते हैं, जहाँ वर्षा बहुत कम होती है। इनके बनने का कारण यही है कि जलवृष्टि न होने से पार्श्विक अपक्षरण (Lateral Erosion) नहीं होता अतएव घाटियों के पार्श्व सीधे रहते हैं।

उपर्युक्त दशा विशेष परिस्थिति में पाई जाती है। सामान्यतः हवा, वर्षा, स्थल-सर्पण (Land slide) और सहायक नदियों के अपक्षरण से नदी की इस अवस्था में भी घाटी क्रमशः चौड़ी होती है, यद्यपि लम्बवत् अपक्षरण से घाटी का गहरा होना कहीं अधिक महत्वपूर्ण है।

प्रत्येक नदी के लम्बवत् अपक्षरण की एक निश्चित सीमा होती है, जिससे अधिक काटने में वह असमर्थ होती है। यह तो स्पष्ट ही है कि किसी भी सहायक नदी का नितल मुख्य नदी के नितल से गहरा नहीं हो सकता। यदि ऐसा संभव हो तो प्रवाह की दिशा ही उलट जाय अर्थात् सहायक नदी के मुख्य नदी में विलीन होने के स्थान पर मुख्य नदी सहायक नदी में प्रवाहित होने लगे। किसी भी नदी के लम्बवत् अपक्षरण की निम्नतम सीमा को हम आधार-तल (Base Level) कहते हैं। जब नदी का लम्बवत् अपक्षरण चर्म सीमा को पहुँच जाता है, तब हम यह कहते हैं कि नदी ने अपना आधार-तल प्राप्त कर लिया है। जिस प्रकार सहायक नदी का आधार-तल मुख्य नदी का नितल होता है, उसी प्रकार मुख्य नदी का आधार-तल उस सागर अथवा झील का समतल होता है, जिसमें वह गिरती है। संक्षेप में किसी भी नदी का आधार-तल उसके मुहाने का समतल होता है।

२. मध्य अथवा मैदानी भाग

नदो के ऊपरी और मध्य भाग में यही मुख्य भेद है कि ऊपरी भाग में लम्बवत् अपक्षरण से घाटी गहरी होती रहती है और मध्य भाग में पार्श्विक अपक्षरण से चौड़ी।



चित्र ७३—कछारी व्यजन (Alluvial fan)

नदी के ढाल के घट जाने से प्रवाह वेग भी क्षीण हो जाता है। नदी पथ की आकृति ढाल के घटने के वेग पर निर्भर है। यदि ढाल बहते ही धीरे-धीरे घटता है तो नदी लहरानी हुई बहती है। यदि ढाल अपेक्षाकृत जन्दी और एक रूप से (Uniformly) घटता है तो नदी का पथ सीधा रहना है, यद्यपि शिलाओं की संरचना का प्रभाव तो पड़ता ही है।

नदी पथ के मध्य भाग में प्रवाह-वेग के घट जाने में अवसादों (Sediments) का निक्षेप आरम्भ हो जाता है। नदी द्वारा मचिन अवसाद कोष अथवा कछार (Alluvium) कहलाते हैं। प्रपाती पर्वतों के पदों पर—विशेषकर कम वर्षा के प्रदेशों में—काँप के निक्षेप व्यजन (Fan) की आकृति ग्रहण कर लेते हैं। इन्हे हम कछारी-व्यजन (Alluvial Fan) कहते हैं। बहते में कछारी व्यजनों के परस्पर मिल जाने से कछारी मैदान (Alluvial Plain) अस्तित्व में आ जाते हैं। पूर्व में यह उल्लेख हो चुका है कि नदी अपने पथ के मध्य भाग में लहरानी हुई बहती है। इसी सन्दर्भ में वृषभ-धनु झीलें (Obov Lakes) की निर्माण-क्रिया भी स्पष्ट की गई है। नदी के मैदानी भाग में पूर तट (Levees) और उत्तल (Terraces) बनते हैं। इनके बनने की क्रिया का वर्णन पूर्व में हो चुका है।

३ निचला अथवा डेल्टा का भाग

ज्यो-ज्यो नदी उम झील अथवा सागर के निकट पहुँचती है जिसमें उसे आत्मसमर्पण करना है, त्यो-त्यो उसमें जल का आयतन घटता जाता है और उसका



चित्र ७६—नील नदी का डेल्टा

वेग मन्द होता जाता है। समुद्र अथवा झील में बड़े आकार के पत्थर के टुकड़े पहलें जमा हो जाते हैं, अपेक्षाकृत छोटे टुकड़े और रेत के कण आगे जाकर एकत्र हो जाते हैं तथा निलम्बित (Suspended) एवं सूक्ष्मतरंग पदार्थों एवं पक और आगे जाकर बैठ जाते हैं। ये निक्षेप त्रिकोणी आकृति के ढाल के रूप में एकत्र होते हैं और उनके कारण नदी का प्रवाह कई धाराओं में विभाजित हो जाता है। ज्यो-ज्यो ये धाराएँ आगे बढ़ती हैं त्यो-त्यो उनकी पारस्परिक दूरी बढ़ती जाती है और नवीन धाराएँ फूट निक-

लती है। चित्र ७४ एव ७५ से यह कथन स्पष्ट होगा। इस प्रकार नदी के डेल्टा भाग का निर्माण होता है। ग्रीक भाषा में डेल्टा नाम का एक अक्षर है। नील नदी का निचला मैदान आकृति में इस अक्षर (डेल्टा) से मिलता जुलता है। इसी साम्य के आधार पर ग्रीक भूगर्भवेत्ताओं ने इस शब्द को गढ़ा है और अब यह भूगोल में सामान्य हो गया है।

सक्षेप में, डेल्टा नदी के निक्षेप द्वारा सागर अथवा झील में निर्मित उस त्रिभुजाकार समतल मैदान को कहते हैं, जिसमें नदी का जल अनेक धाराओं में विभाजित होकर बहता है। गंगा-नदी का डेल्टा राजमहल के थोड़े दक्षिण से आरम्भ हो जाता है। डेल्टा का ढाल इस तथ्य पर निर्भर करता है कि मुख्य धारा का प्रवाह-वेग किस गति से घटता है। यदि वह जल्दी-जल्दी घटता है, तो डेल्टा ढालू होगा, यदि वह धीरे-धीरे घटता है तो डेल्टा का ढाल मन्द होगा।

उत्तम डेल्टा के बनने के लिये निम्नलिखित दशाओं की पूर्ति आवश्यक है—

(१) नदी का पथ लम्बा होना चाहिये और उसमें बहुत सी सहायक नदियाँ मिलनी चाहिये, जिससे सागर में काफी मात्रा में अवसाद एकत्र हो सके।

(२) सागर में लहरे धाराएँ और ज्वार भाटा प्रबल न होना चाहिये अन्यथा सागर जल की ये गतियाँ नदी द्वारा एकत्रित अवसाद को बहा ले जायेंगी।

(३) नदी के निचले पथ को समतल मैदान में स्थित होना चाहिये। इससे उसका प्रवाह अत्यन्त मन्द होगा और नदी का पकमय जल सागर के लवणमय जल से पूर्ण रूप से मिल सकेगा, जिससे पक अथवा कीचड़ नीचे बैठ जायगा। इसके विपरीत यदि नदी का प्रवाह तेज हुआ तो अवसाद समुद्र में बहुत आगे बढ जायेंगे और डेल्टा न बन सकेगा।

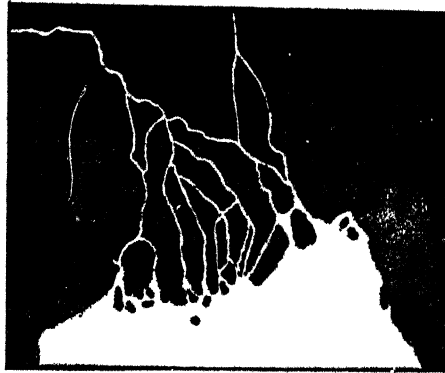
डेल्टा की प्रगति

नदी द्वारा समुद्र में निक्षेपण निरन्तर होता रहता है जिससे डेल्टा समुद्र की ओर क्रमशः बढ़ता रहता है।

डेल्टाओं का वर्गीकरण

डेल्टा मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं —

(१) व्यजनकार डेल्टा—ऐसी नदियाँ जो मुहाने के निकट अनेक धाराओं में बँट जाती हैं, जिन्हें वितरक (Distributaries) कहते हैं, समुद्र की ओर उन्नतोदर आकृति का डेल्टा बनाती हैं। ऐसे डेल्टा को व्यजनकार (Fan shaped) डेल्टा कहते हैं। ससार के अधिकांश डेल्टे इसी कोटि के हैं। सिन्ध, गंगा, इरावदी, ह्वागही, नील, राइन आदि नदियाँ इसी प्रकार के डेल्टे का सर्जन करती हैं।



चित्र ७५—गंगा नदी का डेल्टा

(२) चिडिया के पैर जैसा डेल्टा—ऐसी नदियाँ जो विशाल मात्रा में सूक्ष्म पदार्थ विशेषकर चूने का परिवहन करती हैं, अपना प्रवाह सीमित धाराओं में बनाये रखती हैं। इन धाराओं के किनारों पर सूक्ष्म पदार्थ संचित हो जाता है और इस प्रकार चिडिया के पैर जैसी आकृति बन जाती है। इसका एक उत्तम उदाहरण मिसिसिपी नदी का डेल्टा है।



चित्र ७६—मिसिसिपी नदी का डेल्टा

डेल्टा और एस्चुअरी

जब नदी द्वारा समुद्र में एकत्रित अवसाद के स्थिर रहने की दशाएँ अनुकूल होती हैं, तब डेल्टा बनता है। इन दशाओं का उल्लेख ऊपर हो चुका है। यदि किसी नदी-मुख पर होने वाली सागर-जल की गतियाँ एकत्रित अवसाद को बढ़ा भी ले जाती हों, तो भी यदि निक्षेपण का वेग अपनयन (Removal) से अधिक होता है तो डेल्टा बनता है। इस प्रकार का डेल्टा पूर्ण विकसित न होने के कारण अनियमित होता है।

दूसरी ओर जब समुद्र में धाराएँ और ज्वार भाटा टटने प्रबल होते हैं कि वे नदी द्वारा अर्पित अवसाद को संचित होने के पूर्व बहा ले जाते हैं, तब एस्चुअरी (Estuary) बनती है। एस्चुअरी बनने की एक और दशा हो सकती है। नदी के मुहाने पर समुद्रतट के बँस जाने से तब तक एस्चुअरी बनी रह सकती है, जब तक अवसादों के निक्षेप डेल्टा निर्माण के लिये अपर्याप्त रहते हैं। एस्चुअरी वास्तविक नदी से अधिक चौड़ी होती है और उच्च ज्वार के समय उसमें सागर का जल भर जाता है। थेम्स, एल्ब आदि नदियाँ एस्चुअरी बनाती हैं।

सप्तम परिच्छेद प्रवाह व्यवस्थायें

(DRAINAGE SYSTEMS)

प्रवाह-व्यवस्था के कुछ प्रमुख प्रकार निम्नांकित हैं —

- (१) अनुगामी प्रवाह (Consequent Drainage)
- (२) उत्तरगामी प्रवाह (Subsequent Drainage)
- (३) विपरीतगामी प्रवाह (Obsequent Drainage)
- (४) वृक्षाकार प्रवाह (Dendritic or Insequent Drainage)
- (५) समदिश प्रवाह (Trellis Drainage)
- (६) त्रिज्यात्मक प्रवाह (Radial Drainage)
- (७) आयताकार प्रवाह (Rectangular Drainage)
- (८) वृत्ताकार प्रवाह (Annular Drainage)
- (९) अनिश्चित प्रवाह (Indeterminate Drainage)
- (१०) मरोडदार प्रवाह (Contorted Drainage)
- (११) सविराम प्रवाह (Intermittent Drainage)
- (१२) अव्यवस्थित प्रवाह (Deranged Drainage)
- (१३) भूमिगत प्रवाह (Underground Drainage)
- (१४) अन्तर्देशीय प्रवाह (Inland Drainage)
- (१५) पूर्वगामी प्रवाह (Antecedent Drainage)
- (१६) अध्यारोपित प्रवाह (Super-imposed Drainage)

१ अनुगामी प्रवाह (Consequent Drainage)

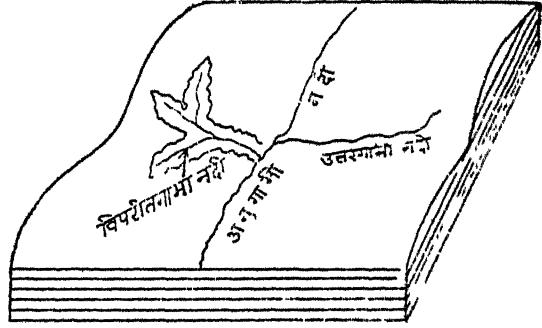
समुद्र के गर्भ से जब धरातल का कोई भाग ऊपर उठकर आ जाता है, तब उसमें सर्वप्रथम जो प्रवाह-व्यवस्था स्थापित होती है, उसकी नदियाँ ढाल के अनुरूप बहती हैं। इन्हें हम अनुगामी नदियाँ कहते हैं क्योंकि इनके पथ आरम्भिक भूरूप का अनुगमन करते हैं। इन नदियों की प्रणाली अथवा व्यवस्था को हम अनुगामी प्रवाह व्यवस्था कहते हैं।

२. उत्तरगामी प्रवाह (Subsequent Drainage)

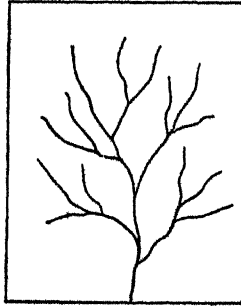
अनुगामी नदी की उन सहायक नदियों को जो ढाल के प्रति प्रायः समकोण बनाती हुई बहती हैं, हम उत्तरगामी नदियाँ कहते हैं। इन्हें हम उत्तरगामी नदियाँ इसलिए कहते हैं, कि ये बाद में अस्तित्व में आती हैं।

३ विपरीतगामी प्रवाह (Obsequent Drainage)

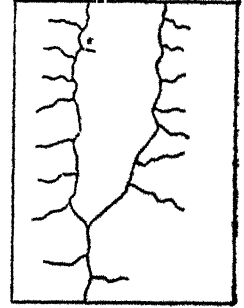
उत्तरगामी नदियों की उन सहायक नदियों को जो आरम्भिक अनुगामी नदियों की विपरीत दिशा में प्रवाहित होती हैं, हम विपरीतगामी नदियाँ कहते हैं।



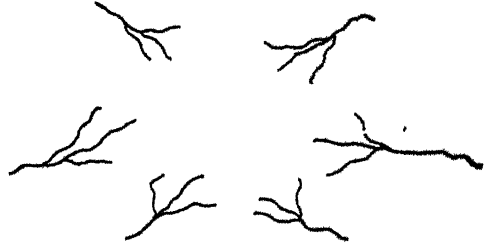
(क) अनुगामी उत्तरगामी तथा विपरीतगामी प्रवाह



(ख) वृक्षाकार प्रवाह



(ग) समदिश प्रवाह



(घ) त्रिज्यात्मक प्रवाह

चित्र ७७—अनुगामी, उत्तरगामी, विपरीतगामी, वृक्षाकार, समदिश तथा त्रिज्यात्मक प्रवाह

४ वृक्षाकार प्रवाह (Dendritic Drainage)

ऐसे क्षेत्रों में जिनका निर्माण एक ही प्रकार की शिला (जैसे ग्रेनाइट) से होता है, नदी के प्रवाह में संरचना से कोई बाधा नहीं पहुँचती। ऐसे प्रदेश में प्रवाहित होनेवाली मुख्य नदी वृक्ष के तने के सदृश प्रतीत होती है और उसकी सहायक

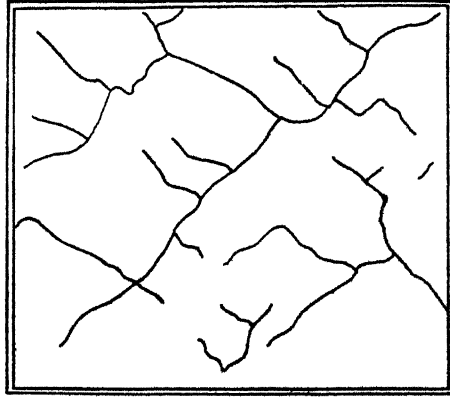
नदियाँ डालियों की भाँति। ऐसी प्रवाह-व्यवस्था को हम वृक्षाकार प्रवाह-व्यवस्था (Dendritic Drainage System) कहते हैं।

५. समदिश प्रवाह (Trellic Drainage)

यह प्रवाह व्यवस्था उन क्षेत्रों में विकसित होती है जिनमें धरातल पर कठोर और मृदुल शिलायें एकान्तर पर पाई जाती हैं। मृदुल शिलायें सरलता से घिस जाती हैं, किन्तु कठोर शिलायें ऊपर उठी रहती हैं। इस प्रकार मृदुल शिलास्तरो में घाटियाँ बन जाती हैं और कठोर शिलास्तर जल-विभाजक के रूप में खड़े रहते हैं। स्पष्ट है कि ऐसे क्षेत्र में प्रवाहित होने वाली नदियाँ परस्पर समानान्तर होंगी। इन्हें हम समदिश नदियाँ (Trellic Streams) कहते हैं और ऐसे प्रवाह को समदिश प्रवाह कहते हैं।

६. त्रिज्यात्मक प्रवाह (Radial Drainage)

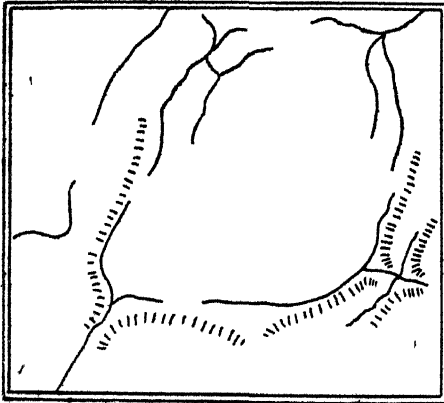
जब भौमिकीय संरचना (Geological Structure) गुम्बद (Dome) जैसी होती है, तब नदियाँ चारों दिशाओं में वृत्त की त्रिज्याओं की भाँति प्रवाहित होती हैं। ऐसी प्रवाह-व्यवस्था को हम त्रिज्यात्मक प्रवाह-व्यवस्था कहते हैं।



चित्र ७८—आयताकार प्रवाह

७ आयताकार प्रवाह (Rectangular Drainage)

ऐसे भूभागों में जहाँ आयताकार स्वरूप की अर्थात् परस्पर समकोण बनाती हुई सन्धियाँ (Joints) पाई जाती हैं, जल-



चित्र ७९—वृत्ताकार प्रवाह

प्रवाह उन्हीं के अनुरूप होता है, अतएव उसे आयताकार कह सकते हैं।

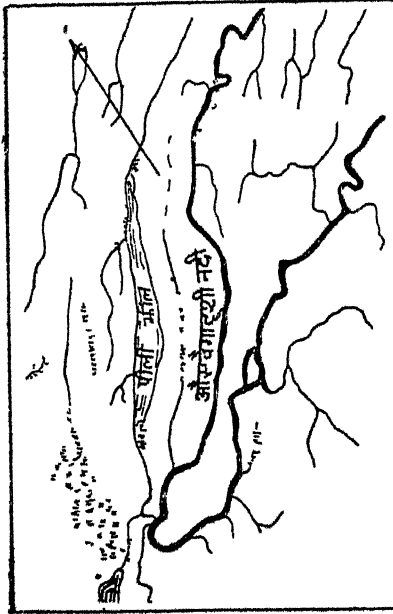
८ वृत्ताकार प्रवाह (Annular Drainage)

ऐसे क्षेत्रों में जहाँ गुम्बदाकार संरचना पाई जाती है, कभी कभी गुम्बद के चारों ओर उसकी परिधि के अनुरूप स्थित निर्बल भागों में नदियाँ बहती हैं। ऐसे प्रवाह को हम वृत्ताकार प्रवाह कहते हैं।

६. अनिश्चित प्रवाह (Indeterminate Drainage)

यदि किसी क्षेत्र की नदियों के प्रवाह का स्पष्टीकरण न किया जा सके, तो उसे हम अनिश्चित जलप्रवाह कहेंगे। उदाहरण के लिये फिनलैण्ड में अनेक छोटी झीलें हैं जो अनेक जलधाराओं द्वारा परस्पर सम्बद्ध हैं। यहाँ किसी विशेष धारा के पूरे पथ का स्पष्टीकरण किया जाना कठिन है। अतएव इस प्रवाह-व्यवस्था को हम अनिश्चित प्रवाह-व्यवस्था कहेंगे।

१० मरोड़दार प्रवाह (Contorted Drainage)



चित्र १०—मरोड़दार प्रवाह

१२ अव्यवस्थित प्रवाह (Deranged Drainage)

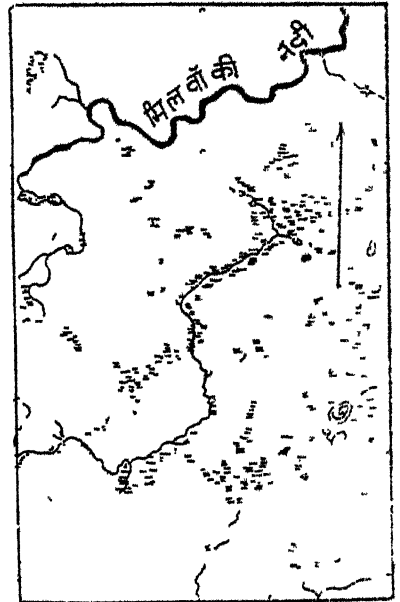
हिमनदियों द्वारा प्रभावित क्षेत्रों में अपक्षरण और निक्षेपण से घातल का स्वरूप पहले की अपेक्षा बिल्कुल भिन्न हो जाता है। उस समय झीलों, घाटियों, प्रदरियों (Gorges), दलदलो, जल-प्रपातो आदि के अव्यवस्थित सम्मिश्रण से जो नवीन जल-प्रवाह स्थापित होता है—उसे हम अव्यवस्थित प्रवाह कहते हैं।

शिलाओं की मरचना के कारण यदि किसी क्षेत्र की नदियों ऐसी पथ का अनु-गमन करती हैं, जिसमें मरोड़े हों, तो हम ऐसे जल-प्रवाह को मरोड़दार प्रवाह कहते हैं।

११ सविराम प्रवाह

(Intermittent Drainage)

कुछ क्षेत्रों में ऐसी नदियाँ पाई जाती हैं, जिनका प्रवाह लगातार नहीं होता। कुछ दूर बहने के बाद वे लुप्त हो जाती हैं। कुछ आगे जाकर वे पुन बहने लगती हैं। यही क्रम चलता रहता है। ऐसी नदियों को जो बीच-बीच में अन्तर्धान हो जाती हैं, हम सविराम नदियाँ कहते हैं और ऐसे प्रवाह को सविराम प्रवाह कहते हैं।



चित्र ११—अव्यवस्थित प्रवाह

१३ भूमिगत प्रवाह (Underground Drainage)

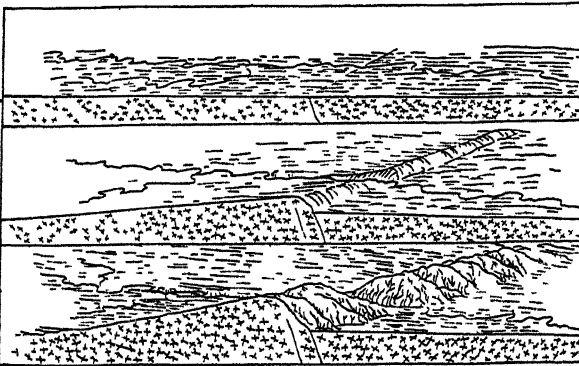
चूने के पत्थर (Limestone) के प्रदेशों में भूपृष्ठ के नीचे पूर्ण प्रवाह-व्यवस्था पाई जाती है। यही भूमिगत प्रवाह है। ये नदियाँ वे सभी कार्य करती हैं, जो धरातल की नदियाँ करती हैं। इनकी विस्तृत विवेचना कस्ट-भूदृश्य के प्रकरण में की गई है।

१४ अन्तर्देशीय प्रवाह (Inland Drainage)

जब किसी क्षेत्र में प्रवाहित होने वाली नदियाँ समुद्र तक पहुँचने में असमर्थ होती हैं और वे किसी ऐसी झील में गिरती हैं, जिसका समुद्र से कोई सम्बन्ध नहीं होता अथवा रेत में ही विलीन हो जाती हैं, तब उम उन्हें अन्तर्देशीय नदियाँ कहते हैं और उस क्षेत्र को अन्तर्देशीय प्रवाह का क्षेत्र कहते हैं।

१५ पूर्वगामी प्रवाह (Antecedent Drainage)

ऐसी नदी को जिसके पथ के आर-पार बाधक के रूप में पर्वत का उदय होता है, किन्तु फिर भी वह अपने पथ को पूर्ववत् स्थिर रखती है, हम पूर्वगामी नदी (Antecedent Stream) कहते हैं। यह बात कठिनता से समझ में आती है कि पर्वत के उदित हो जाने पर भी नदी अपना प्रवाह-पथ स्थिर रख सकती है, किन्तु यह असंभव नहीं है। पर्वत धीरे धीरे ऊपर उठते हैं। यदि पर्वत के ऊपर उठने का वेग (Speed) और नदी द्वारा सम्पन्न कटाव का वेग समान हो तो नदी के प्रवाह में पर्वत के ऊपर उठ आने से कोई बाधा न पहुँचेगी। सिन्ध, ब्रह्मपुत्र, सतलज आदि नदियाँ इसी प्रकार की नदियाँ हैं। जब हिमालय पर्वत अस्तित्व में न आया था, तब भी ये नदियाँ वर्तमान हिमालय के उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती थी। हिमालय पर्वत उठकर



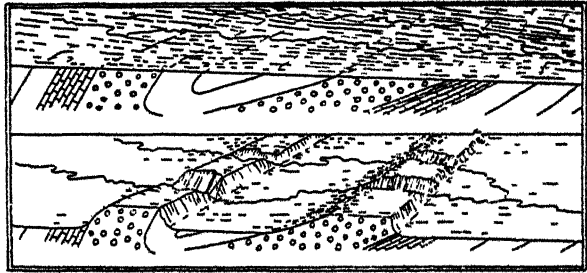
चित्र ८२—पूर्वगामी प्रवाह •

अस्तित्व में आ गया किन्तु इनके प्रवाह-पथ यथापूर्व बने रहे। इसका कारण यह था कि हिमालय जितना ऊपर उठता था, ये नदियाँ उसी मात्रा में उसे काट देती थी।

इसका प्रमाण यह है कि जहाँ ये नदियाँ हिमालय को पार करती हैं, वहाँ इतकी घाटियों के पार्श्व मीलों ऊँची और प्रायः लम्बवत् भित्तियों से बने हैं।

१६ अध्यारोपित प्रवाह (Superimposed Drainage)

किसी नदी को हम उस दशा में अध्यारोपित (Superimposed) कहते हैं जब वह जलज-शिलाओं अथवा कछार से बने ऐसे चौरस (तथा प्रायः पतले) आवरण के ऊपर प्रवाहित होती है, जो नीचे की संरचना को बिल्कुल छिपाये रहता है।



चित्र ८३—अध्यारोपित प्रवाह

यदि ऊपर के आवरण को काट देने के उपरान्त नदी का कायाकल्प होता है, तो वह नीचे की संरचना को काटती है, जिससे वह (नीचे की संरचना) स्पष्ट हो जाती है।

अष्टम परिच्छेद
हिमनदियाँ और उनका कार्य
(GLACIERS AND GLACIATION)

१ हिमनदी की परिभाषा

हिमनदी (Glacier) हिम (Ice) एवं शीन (Snow) के मिश्रण

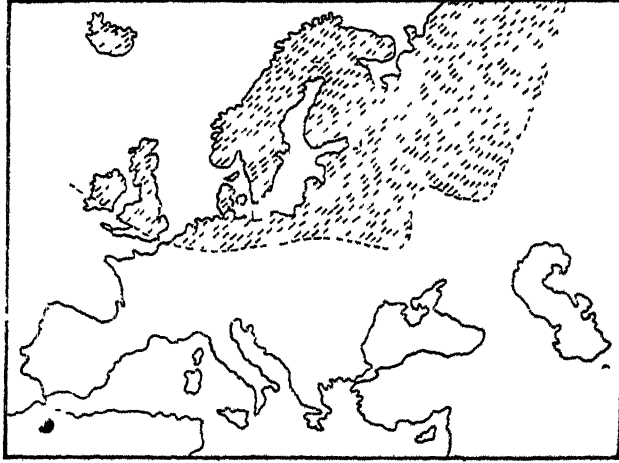


चित्र ८४—प्रातःनूतन हिमयुग में उत्तरी अमरीका का हिमावरण

का प्रवाह है। यह गुरुत्वाकर्षण (Gravity) के कारण प्रवाहित होती है। इसकी तुलना गाढ़े द्रव के प्रवाह से की जा सकती है।

भूगोल में हिम-नदियों के अध्ययन का विशेष महत्व है। वर्तमान हिम-नदियों

और उनकी क्रियाओं के विवेचन-विश्लेषण से तथा पूर्वकालीन हिम-नदियों द्वारा छोड़े गये चिन्हों के अवलोकन-अध्ययन से यह निष्कर्ष निकाला गया है कि पृथ्वी के



चित्र ८५—प्रातिनूतन हिमयुग में योरोप का हिमावरण

गया है।

इतिहास में अनेक बार हिमयुग हुए हैं अर्थात् विश्व विशेष युगों में भूपृष्ठ के भाग-विशेष हिम से आच्छादित थे। चित्र ८४ में और ८५ में प्रातिनूतन (Pleistocene) हिमयुग में उत्तरी अमरीका तथा यारप के हिमावरण क्रमशः प्रदर्शित किये गये हैं। भूमैद्वान्तिकी में हिमयुगों के कारणों पर प्रकाश डाला

२ हिम-नदी की उत्पत्ति

हिमनदी के निर्माण के लिये निम्नलिखित दशाओं की पूर्ति आवश्यक है —

(१) शीत ऋतु में हिमवृष्टि (Snowfall) प्रचुर परिमाण में होना चाहिये।

(२) हिमनदी के उद्गम के स्थल का तापक्रम इतना कम होना चाहिये कि वाष्पीकरण न हो सके। तापमान के कम होने के लिये निम्नलिखित दो दशाओं में से एक आवश्यक है —

(क) वह ध्रुवीय प्रदेश में स्थित हो।

(ख) वह बहुत ऊँचाई पर स्थित हो।

(३) धरातल की आकृति ऐसी होनी चाहिये कि उसमें हिम का चिपिट-निक्षेप (Flat Deposition) हो सके।

३ हिमनदियों की संरचना

हिमनदियों की हिम (Ice) शीन (Snow) से बनती है। पर्वतों पर हिम-रेखा के ऊपर शीन शुष्क एवं चूर्ण अवस्था में गिरती है। इसका कारण यह है, कि उसका तापक्रम हिमांक (Freezing point) से बहुत कम होता है। शीत ऋतु में सौरताप से पृष्ठ की शीन का कुछभाग पिघल जाता है और इस प्रकार अस्तित्व में आया हुआ जल नीचे च्यवित होता है। यह जल नीचे की वायु को हटा देता है, जिससे बुलबुले बन जाते हैं। तापक्रम के घट जाने से यह जल दुबारा घनीभूत होता है। पानी

के दुबारा जमने से जो नवीन पदार्थ बनता है, उसके लिये अँग्रेजी या हिन्दी भाषा में कोई उपयुक्त शब्द नहीं है। फ्रांसीसी भाषा में उसे 'नेवे' (Neve) कहते हैं। अन्य शब्दों में नेवे शीन और हिम के बीच की अवस्था है। बूलबूलों के बाहुल्य से नेवे अपारदर्शक (Opaque) हो जाता है। निरन्तर हिमवृष्टि से ऊपर का भार बढ़ता रहता है। वृहद् भार के कारण वायु का बहुत सा भाग बाहर निकल जाता है। इस प्रकार नेवे हिम (Ice) में परिणत हो जाती है।

४ हिमधाव (Avalanche)

ये शीन के विशालकाय पिण्ड होते हैं, जो गिरि-शिखरों से बड़े वेग के साथ नीचे लुढ़कते हैं। इनके कारण वायु-भार में अचानक परिवर्तन हो जाते हैं, जिससे तूफान आ जाते हैं। शीतकाल के हिमधाव (Avalanches) शुष्क एव चूर्ण शीन से बने होते हैं। इनसे हानि अपेक्षाकृत कम होती है, किन्तु जब हिम पिघलती है और हिमधाव में जल की मात्रा होती है तब उसके साथ शिलाओं और मिट्टी का बहुत सा भाग प्रवाहित होता है, जिससे उसके पथ में पडने वाले समस्त पदार्थ—मकान, पेड़-पौधे आदि सभी कुछ नष्ट हो जाते हैं। हिमधाव केवल ऊँचे पर्वतों में पाये जाते हैं।

५ हिमनदियों का वर्गीकरण



चित्र ८६—टाकू हिमनदी (अलास्का)

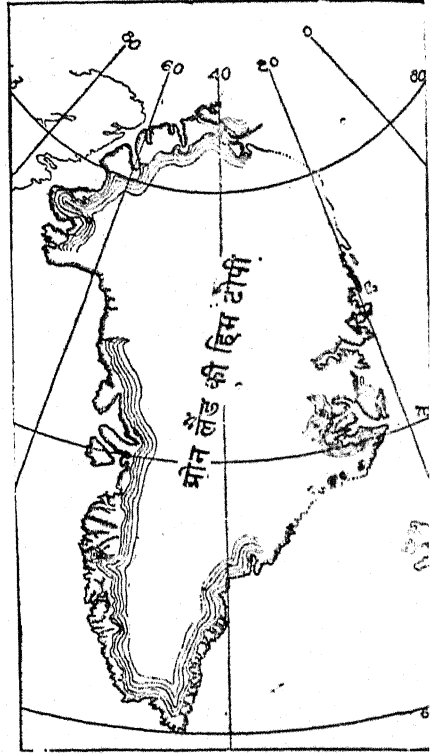
भौगोलिक दृष्टि से हिमनदियों के तीन मुख्य भेद हैं —

(१) घाटीवाली हिमनदियाँ (Valley Glaciers) — इन्हें पर्वत अथवा आल्स हिमनदी (Mountain or Alpine Glacier) भी कहते हैं, क्योंकि ये पर्वतों पर पाई जाती हैं और आल्स पर्वत में इनका विशेष अध्ययन हुआ है। जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, ये पर्वतीय क्षेत्रों में पाई जाती हैं और पूर्व निर्मित

घाटियों में होकर बहती हैं। इनके प्रवाह का कारण गुरुत्वाकर्षण (Gravity) ही है। चित्र ८५ में घाटी वाली हिमनदी प्रदर्शित की गई है।

(२) हिमस्तर (Ice-sheet) अथवा हिम-टोपी (Ice-cap) हिम

उस विस्तृत एवं मोटे आवरण को जो किसी विशाल क्षेत्र को ढक लेती है, हिम-स्तर अथवा हिमटोपी कहते हैं। हमें यह ज्ञात है कि अण्टार्कटिका महाद्वीप के ऊपर हिम का मोटा आवरण है। स्थलखण्ड को तो यह ढके हुए है ही, जल में भी इसका विस्तार है। इसका क्षेत्रफल लगभग ५० लाख वर्गमील है। ग्रीनलैण्ड की हिमटोपी का विस्तार ७ लाख वर्गमील है और बीच में इसकी मोटाई ८००० फुट से भी अधिक है।

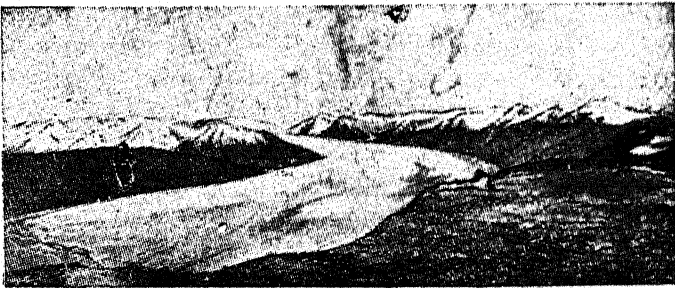


(३) पर्वतपदोय हिमनदी (Piedmont Glacier)—ये हिम नदियाँ पर्वतों के पदों पर स्थित मैदानों में बन जाती हैं। ऊपर से नीचे की ओर बहने वाले दो अथवा अधिक हिम प्रवाहों के सम्मिलन से इनका निर्माण होता है। अलास्का में ये बहुत पाई जाती हैं। इस सम्बन्ध में मलासपीना नामक हिम नदी विशेष उल्लेखनीय है। इसका क्षेत्रफल लगभग १५०० वर्ग मील है।

चित्र ८७—ग्रीनलैंड की हिमटोपी

६ हिमनदी के प्रवाह का वेग

हिम-नदी का गति-वेग निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है—



चित्र ८८—मलासपीना हिमनदी

(१) प्रवाहित होने वाली हिम की मोटाई-हिम जितनी अधिक मोटी होगी, प्रवाह का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(२) धरातल की आकृति—यह तो स्पष्ट ही है कि धरातल जितना ही चिकना होगा, प्रवाह-वेग भी उतना ही अधिक होगा।

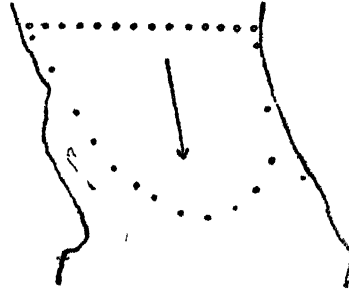
(३) धरातल का ढाल—यह भी स्वाभाविक है, कि धरातल जितना अधिक ढालू होगा, हिम-नदी का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(४) हिम नदी में विद्यमान जल की मात्रा—हम जानते हैं कि हिम जल में तैरती है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि हिम की अपेक्षा जल का घनत्व अधिक होता है। अतएव जल के विद्यमान होने से हिमनदी का भार बढ़ जाता है, जिससे गुस्त्वाकर्षण भी बढ़ जाता है। अन्य शब्दों में हिमनदी में जल की मात्रा जितनी अधिक होगी, उसका प्रवाह-वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(५) तापक्रम—विशेष सीमाओं के अन्दर तापक्रम जितना अधिक होगा, हिमनदी का वेग भी उतना ही अधिक होगा।

(६) हिमनदी के ऊपरी पृष्ठ की आकृति—हिमनदी का ऊपरी पृष्ठ जितना अधिक झुका होता है, हिमनदी का गति-वेग उतना ही अधिक होता है।

जब कोई हिमनदी घाटी में होकर बहती है, तब उसके पार्श्वों और नितल पर घाटी सस्पर्श करती है जिससे वहाँ घर्षण (Friction) अस्तित्व में आ जाता है।



चित्र ८९—हिमानी की गति यह घर्षण हिमनदी की गति के विपरीत दिशा में कार्य करता है। फल यह होता है कि हिमनदी के पार्श्वों और नितल में गति मन्द हो जाती है किन्तु मध्यवर्ती भाग में वह यथावत् बनी रहती है, जिससे हिमनदी के अग्रभाग में "जिट्वा" निकल आती है। चित्र ८९ से यह कथन स्पष्ट होगा।

जे० डी० फोर्बेज ने यह ज्ञात किया कि ग्रीष्म एव शरद ऋतु में फ्रांस की मेर डे ग्लेस नामक हिमनदी का गतिवेग मध्य में प्रति दिन २० से २७ इंच था और पार्श्वों में १३ से १९५ इंच।

७ हिमविदर तथा हिमपात

(Crevasses and icefalls)

यदि हिमनदी की घाटी सर्वत्र एकरूप (Uniform) हो अर्थात् वह सभी भागों में समान रूप से चौड़ी हो, उसका नितल चिकना-चपाटा हो और उसका ढाल मन्द एव नियमित हो, तो उसकी हिम टूटनी नहीं है। इसके विपरीत यदि ढाल अकस्मात् प्रपाती हो जाता है अथवा घाटी यकायक सकरी हो जाती है, तो उससे हिमनदी का गतिवेग प्रभावित होता है, जिससे उसकी हिम खडित हो जाती है।

उदाहरण के लिये यदि किसी मन्द प्रवण (Gentle Slope) वाली घाटी का ढाल अचानक प्रपाती हो जाता है तो उसमें प्रवाहित होने वाली हिमनदी को,



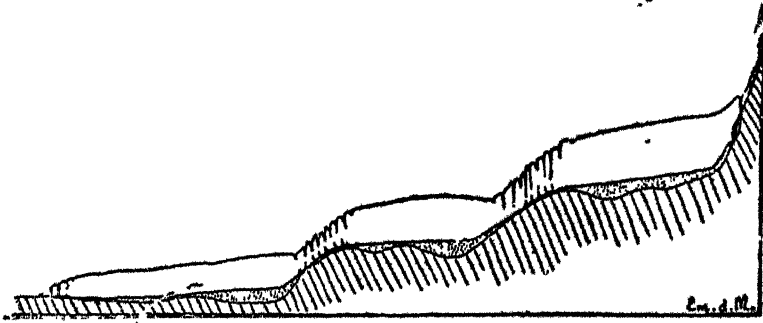
चित्र १०—हिमविदर एव हिमपात

ढाल के आकस्मिक परिवर्तन के कारण, बड़ी जोर का झटका लगता है, जिसमें उसमें लम्बवत् विदर उत्पन्न हो जाते हैं। इन विदरो को हम हिमविदर (Crevasses) कहते हैं और खण्डित हिमानी के टुकड़ों को हिमपात (Ice-fall)। यदि आगे चलकर ढाल पुन मन्द हो जाता है, तो हिमानी के खण्ड पुन परस्पर चिपक जाते हैं और विदर बन्द हो जाते हैं।

८ हिमनदी के अपक्षरण का नियम (Law of Glacial erosion)

यद्यपि हिमनदी की हिम टोस प्रतीत होती है, तथापि वह आलग द्रव (Viscous Liquid) होती है। प्रत्येक प्रवाहित होनेवाला द्रव अपने वेग के अनुसार अपने पथ (Course) के नितल और पाश्वर्कों को अपक्षरित करता है। हिम का द्रवत्व (Fluidity) इतना अधिक नहीं होता कि वह—

(१) पथ के चौड़े या सकरे हो जाने पर अथवा (२) पथ के प्रवण (Slope) में अन्तर हो जाने पर अपने को समायोजित कर सके। फलस्वरूप हिम टूट जाती है



चित्र ११

(उपर्युक्त चित्र एक अल्पाइन हिमनदी तथा उसके पेटे (Bed) का है। इस चित्र में, जहा ढाल में परिवर्तन होता है, वहाँ हिमविदर प्रदर्शित किये गये हैं। ढाल के परिवर्तनों के फलस्वरूप अपरक्षण की मात्रा के विभेदन भी प्रदर्शित किये गये हैं। बिन्दुमय भाग पेटे का 'हिमनदी के अपरक्षण के नियम' के अनुसार अपक्षरित भाग प्रदर्शित करता है।)

और उसमें विदर (Crevasses) बन जाते हैं। हिम के पिघलने से इन विदरो

की चौड़ाई बढ़ जाती है। अन्य शब्दों में विदरो के बीच के हिम खण्ड सिकुड़ते जाते हैं और कालान्तर में वे नुकीले खण्डों (Pinnacles) का रूप ग्रहण कर लेते हैं, जिन्हें सेराक्स (Seracs) कहते हैं। विदरो के कारण हिमनदी का दबाव घट जाता है। हिमनदी के अपरक्षण में उसका दबाव महत्वपूर्ण प्रतिकारक है। हिमनदी के प्रवाह का वेग अत्यन्त मन्द होता है। उसकी तुलना में उसका (हिमनदी का) दबाव कहीं अधिक महत्वपूर्ण होता है। फलस्वरूप, उन स्थानों में जहाँ वेग अधिक होता है, विदरो की अधिकता के कारण अपरक्षण की मात्रा कम हो जाती है। दूसरी ओर उन भागों में अपरक्षण सबसे अधिक होता है जिनमें वेग और दबाव के गुणन (अर्थात् वेग × दबाव) का मूल्य सबसे अधिक होता है। प्रपाती पवन के पद पर वेग भी अधिक होता है और विदरो के कम होने के कारण दबाव भी अधिक होता है। अतएव वहाँ अपक्षरण से द्रोहणियाँ (Basins) बन जाती हैं।

६- हिमनदी का भौगोलिक कार्य

(१) अपक्षरण

नदी की भाँति हिमनदी के अपक्षरण की मात्रा भी निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है—(१) धरातल की प्रकृति अर्थात् उसका चिकना अथवा खुरदरा होना (२) नितल की शिलाओं की संरचना एवं कठोरता (३) ढाल की मात्रा (४) प्रवाह का वेग आदि। नदी और हिमनदी में अपक्षरण सम्बन्धी एक उल्लेखनीय अन्तर यह है कि नदी के अपक्षरण की मात्रा उसमें विद्यमान जल के आयतन के अनुसार होती है और हिमनदी के अपक्षरण की मात्रा उसकी हिम की मोटाई के अनुसार होती है।



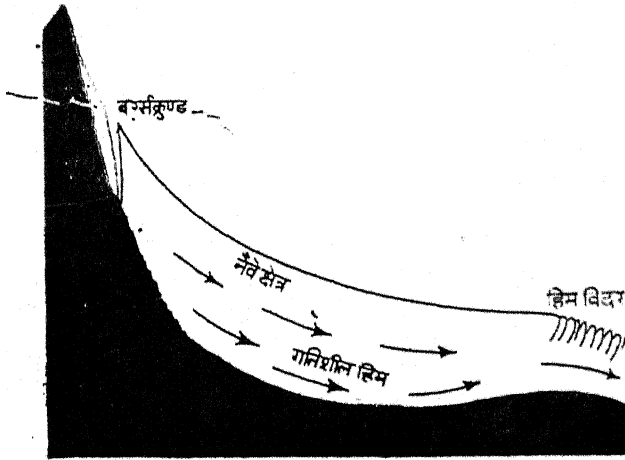
चित्र ९२—सर्क (Cirque)

हिमनदी के अपक्षरण के सम्बन्ध में निम्नलिखित विशिष्ट शब्दों का ज्ञान आवश्यक है—

(१) सर्क (Cirque)

(Corne)—ये आरामकुर्सी की आकृति के गड्ढे होते हैं जो घाटियों के शीर्ष पर स्थित होते हैं। इनमें हिम नदियों का जन्म और प्रालन-पोषण होता है। जिस प्रकार भूद्रोणी (Geo-syncline) को पर्वतों का पलना कहा जाता है उसी प्रकार इन्हें भी हिमानी का पलना कहा जा सकता है। सर्क को स्कॉटलैंड की भाषा में कोर्री (Corrie) वेल्स की में कुम (Cwm) तथा जर्मन भाषा में कैर्रेन (Karren) कहते हैं।

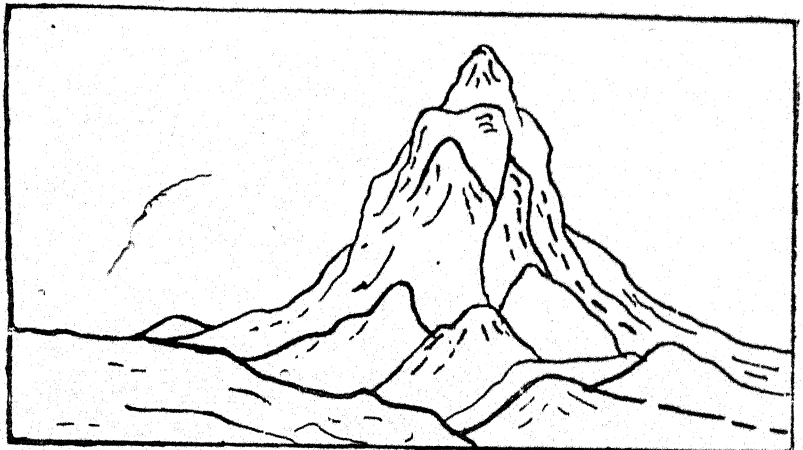
(२) शीर्ष विवर अथवा बर्गस कृण्ड (Bergschrund) — हिम के नीचे की



चित्र ९३—बर्गसकृण्ड (शीर्ष विवर)

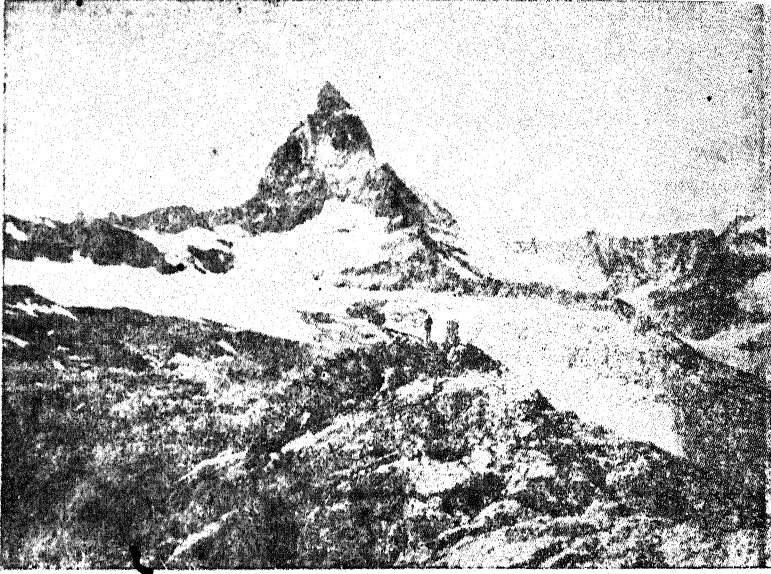
आर प्रवाहित होने से नैवे (Neve) की चोटी के निकट एक बहुत चौड़ा और गहरा विवर बन जाता है, जिसे शीर्ष-विवर कहते हैं। जर्मन भाषा में इसे बर्गसकृण्ड कहते हैं। फ्रांसीसी भाषा में इसे रिमाये (Rimaye) कहते हैं। पर्वतों का चोटी पर पहुँचने के लिये पर्वतारोहियों को शीर्ष विवर पार करना टेढ़ी खीर होता है।

(३) श्रंग (Horn) — जब तीन अथवा अधिक हिमनदियाँ अपने शीर्षों की दिशा में अपक्षरण (Headward Erosion) करती हैं तो उनके सर्क (Cirques) परस्पर मिल जाते हैं। इस प्रकार प्रपाती एवं नुकीली चोटियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं, जिन्हें हम श्रंग (Horn) कहते हैं। दक्षिणो आल्प्स में इस प्रकार की एक चोटी पाई जाती है, जिसका नाम 'मैटरहॉर्न' (Matterhorn) है। इसी शब्द के आधार पर 'Horn' (श्रंग) शब्द बना है। हिमालय प्रदेश में बद्रीनाथ के मंदिर के पास शिवालिंग का शिखर भी इसी आकृति का है।



चित्र ९४—श्रंग (Horn)

[पृष्ठ ७८ के सामने



चित्र ९५—मैटरहॉर्न

(४) हिमस्था (Nunatak)—उन शिलाखण्डो को कहते हैं, जो चारो ओर से हिम से घिरे रहते हैं। बहुधा ये दो हिमनदियो अथवा हिमटोपियो के

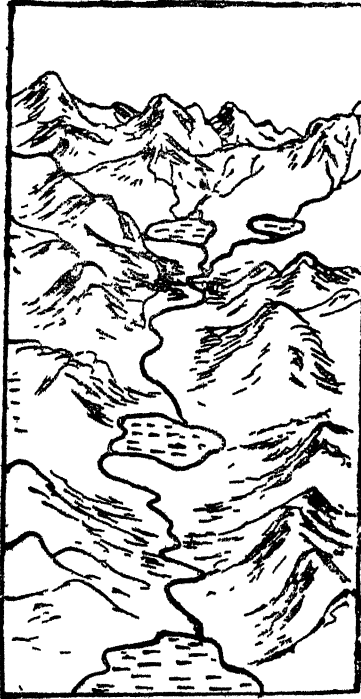


चित्र ९६—हिमस्था (Nunatak)

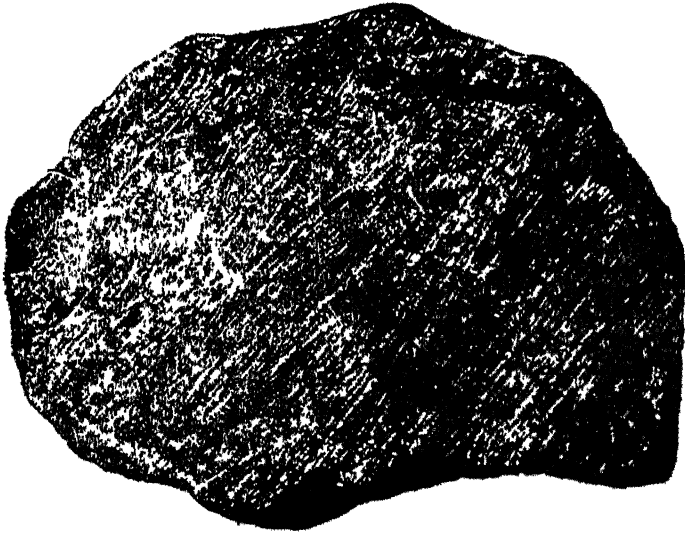
बीच में स्थित होते हैं। हिम के विस्तृत क्षेत्र में ये द्वीप सदृश प्रतीत होते हैं। हिमनदियों के पार्श्विक अपक्षरण से ये क्षीण होते रहते हैं। इसके अतिरिक्त पाला एवं हिमघाव भी इनका विनाश करते रहते हैं। कालान्तर में केवल सकीर्ण टीले शेष रह जाते हैं।

(५) भीम सोपान—(Cyclopean Stairs or Giant's Stairways) घाटीवाली हिमनदियों से प्रभावित क्षेत्रों में कभी-कभी सीढियों जैसी भौम्याकृति पाई जाती है। ये सीढियाँ घाटी की समस्त चौड़ाई में फैली रहती हैं और इनकी ऊँचाई १०० से लेकर १००० फुट तक होती है। बहुधा उत्तलो के ऊपरी धरातल पर अनियमित गड्ढे पाये जाते हैं। ये सीढियाँ दो कारणों से बन जाती हैं—(१) विभगन (Faulting) के कारण तथा (२) शिलाओं की संरचना के विभेदन के कारण।

(६) सररेखायें (Striae)—हिमनदी के निचले भाग में बहुत से शिला-खण्ड फसकर चिपक जाते हैं। जब हिमनदी प्रवाहित होती है तब ये धरातल को खुरचते चलते हैं। इस प्रकार खरोच द्वारा भूपृष्ठ पर समानान्तर रेखायें बन जाती हैं जिन्हें हम सररेखायें (Striae) कहते हैं। स्पष्ट है कि इनकी दिशा हिमानी-प्रवाह के अनुरूप होती है।

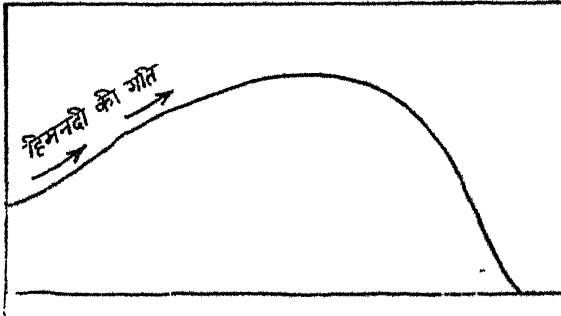


चित्र ९७—भीम सोपान (Cyclopean Stairs)



चित्र ९८—संरेखाये (Striae)

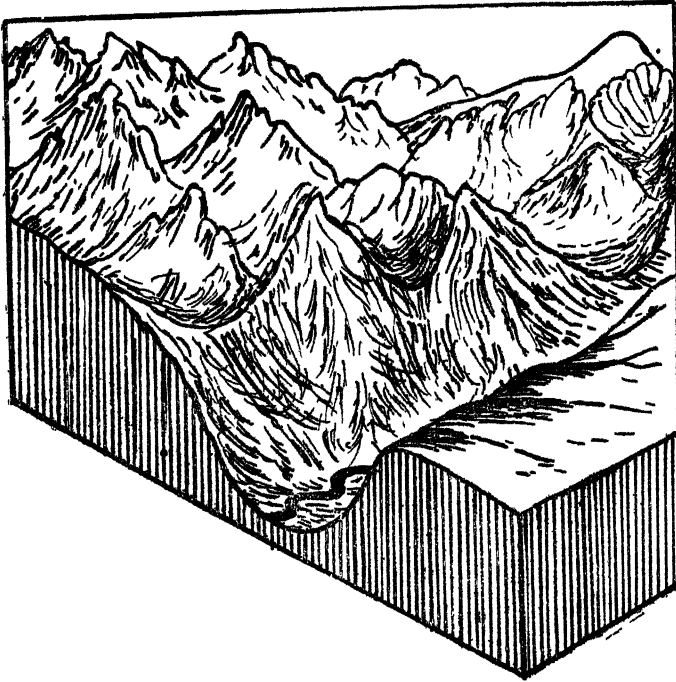
(७) रोशे माउटोनीज (Roches Moutonnees)—जब हिमनदी के



चित्र ९९—रोशे माउटोनीज

पथ में कोई बृहद् शिलाखण्ड अथवा टीला पडता है, तो उसके प्रवाह से उस शिलाखण्ड अथवा टीले के पिछले भाग का ढाल मन्द पड जाता है किन्तु अगले भाग का ढाल यथावत् प्रगति बना रहता है। पिछले ढाल का धरातल हिमानी-प्रवाह से चिकना हो जाता है और उसमें संरेखाये (Striae) बन जाती है। इस प्रकार के हिमानी अपक्षरित टीले को हम रोशे माउटोनीज (Roches Moutonnees) अथवा मेप-शिला (Sheep Rock) कहते हैं।

(८) लम्बित घाटियाँ (Hanging Valleys)—जब कोई सहायक हिमनदी किसी मुख्य हिमनदी में मिलती है तब उसका नितल मुख्य हिमनदी की अपेक्षा ऊँचा रहता है। इस प्रकार लम्बित घाटियाँ (Hanging Valleys) अस्तित्व में आ जाती हैं।



चित्र १००—हिमनदी की घाटी

(१) फियर्ड (Fiord) — ये समुद्रतट पर पाई जाने वाली ऐसी घाटियाँ हैं, जिनका निर्माण नदी के अपक्षरण अथवा विभगन (Faulting) आदि किसी भी रीति से हो सकता है किन्तु बाद में हिमनदियों के अपक्षरण से वे U आकृति ग्रहण कर लेती हैं और अन्त में जलमग्न हो जाती हैं। चित्र १०१ में नौरवे के फियर्ड (Fiords) प्रदर्शित किये गये हैं।



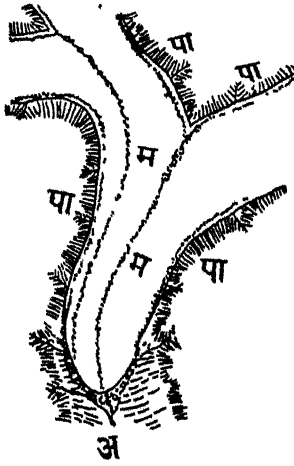
चित्र १०१—नौरवे के फियर्ड

(२) परिवाहन (Transportation)

जब हिमनदी बहती है, तब वह अपने साथ मिट्टी, पत्थर आदि बहुत से पदार्थ परिवाहित करती है। हिमनदी द्वारा परिवाहित पदार्थ को हम हिमोड (Moraine) कहते हैं। यह चार प्रकार का होता है—

(१) पार्श्विक हिमोड (Lateral Moraine) — हिमनदियों के पार्श्वों के अनुरूप जो पदार्थ परिवाहित और एकत्रित होता रहता है उसे हम पार्श्विक हिमोड (Lateral Moraine) कहते हैं।

(२) मध्यवर्ती हिमोढ़ (Medial Moraine)—जब दो हिम नदियों का मगम होता है तब उनके पार्श्विक हिमोढ़ उनके पथों के मध्य में परस्पर मिल जाते हैं जिसे हम मध्यवर्ती हिमोढ़ (Medial Moraine) कहते हैं। चित्र १०२ से यह कथन स्पष्ट होगा। प्रकट है कि पार्श्विक हिमोढ़ को ही विशेष परिस्थिति में मध्यवर्ती हिमोढ़ कहते हैं।



चित्र १०२—पार्श्विक मध्यवर्ती
एवं अन्त्य हिमोढ़

जाते हैं और जब उनके ऊपर से हिम नदी प्रवाहित होती है, तब वे पिसकर चूर्ण हो जाते हैं। इस प्रकार अस्तित्व में आये हुए हिमोढ़ को हम 'भूमि-हिमोढ़' (Ground Moraine) कहते हैं।

(३) अन्त्य हिमोढ़—(Terminal Moraine)—हिमनदी के पिघलकर नष्ट हो जाने पर जो परिवाहित पदार्थ उसके पथ के अन्त में एकत्र हो जाता है उसे हम अन्त्य हिमोढ़ (Terminal Moraine) कहते हैं।

(४) भूमि हिमोढ़ (Ground Moraine)—हिमनदी के नितल में मिट्टी एवं शिलातत्व फस जाते हैं और हिमनदी के साथ-साथ वे भी घिसटते रहते हैं। प्रत्येक हिमनदी अपने साथ शिलातत्व की एक निश्चित मात्रा ही परिवाहित कर सकती है, उससे अधिक नहीं। यदि शिलातत्व की मात्रा अधिक हो जाती है तो अतिरिक्त शिलातत्व छूट जाते हैं और जब उनके ऊपर से हिम नदी प्रवाहित होती है, तब वे पिसकर चूर्ण हो जाते हैं। इस प्रकार अस्तित्व में आये हुए हिमोढ़ को हम 'भूमि-हिमोढ़' (Ground Moraine) कहते हैं।

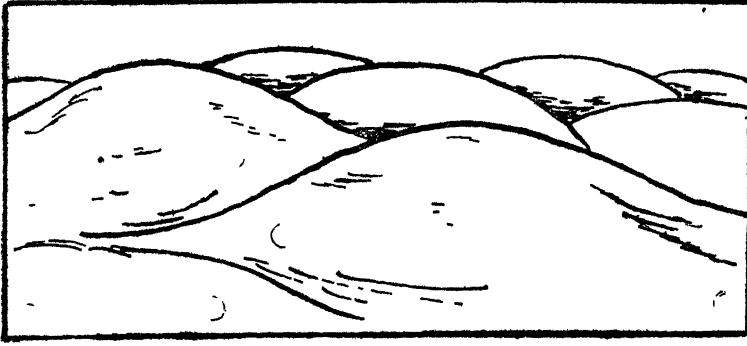
३ निक्षेपण अथवा संचयन

हिमनदी द्वारा सम्पन्न निक्षेपण के कुछ प्रमुख रूप निम्नलिखित हैं—

(१) टिल (Till)—हिमनदियों द्वारा संचित शिलाओं के छोटे-छोटे टुकड़ों के निक्षेप को टिल (Till) कहते हैं। इनमें स्तर नहीं होते।

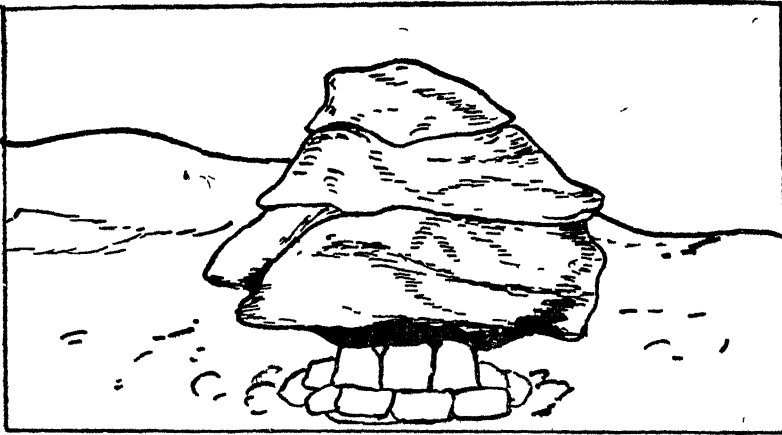
(२) टिल्लाइट (Tillite)—भूगर्भशास्त्र की दृष्टि से प्राचीन टिल (Till) को जिसकी शिलायें संघनित और ससांद्रित हो जाती हैं टिल्लाइट (Tillite) कहते हैं।

(३) ड्रमलिन (Drumlin)—उल्टी नाव की आकृति के हिमानी-निक्षेप को ड्रमलिन (Drumlin) कहते हैं। इनकी दीर्घ-अक्ष (Longer axis) हिमनदी की गति के समानान्तर होती है। इनमें स्तर नहीं पाये जाते। इनका निर्माण अधिकांशतः मृत्तिका (Clay) द्वारा होता है। बहुधा इनके समूह के समूह पाये जाते हैं।



चित्र १०३—ड्रमलिन

(४) कैंटिल-मोरेन (Kettle Moraine)—कैंटिल (चायदानी) अथवा उखली की आकृति के गड्ढों में भरे हुए हिमानी-निक्षेप को कैंटिल-मोरेन कहते हैं।



चित्र १०४—इरैटिक (Erratic)

(५) इरैटिक (Erratic)—हिमानी-अपक्षरण से खण्डित हुई शिलाओं के विशालकाय टुकड़े कभी-कभी सैकड़ों मील स्थानान्तरित हो जाते हैं। इन्हें हम इरैटिक (Erratic) कहते हैं।

१० नदी-हिम्य निक्षेप

(Fluvio-glacial Deposits)

हिम-नदियों द्वारा दो प्रकार के निक्षेप बनते हैं —

(क) हिमानी निक्षेप (Glacial Deposits)—ये स्वयं हिमनदी के निक्षेप होते हैं। इनका वर्णन पूर्व में हो चुका है।

(ख) नदी हिम्य निक्षेप (Fluvio-glacial Deposits)—ये हिमनदियों के अन्दर बहने वाली नदियों के निक्षेप होते हैं।

नदी हिम्य निक्षेप के कुछ प्रमुख रूप निम्नलिखित हैं:—

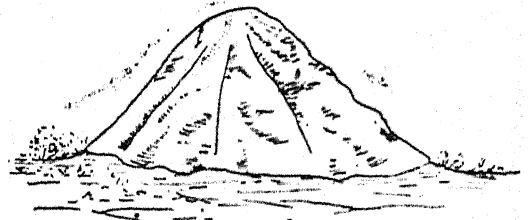
(१) एस्कर (Esker)—जैसा कि चित्र १०५ में स्पष्ट है, ये लम्बे, संकरे,



चित्र १०५—एस्कर (Esker)

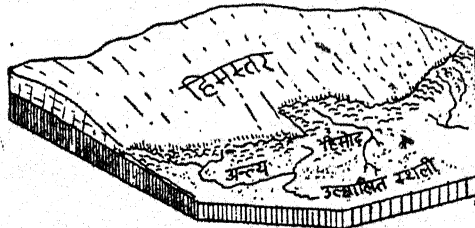
धुमाधदार बांध होते हैं। इनकी रचना अधिकांशतः रेत और कंकर (Gravel) से होती है। आयरलैण्ड की भाषा में एस्कर (Esker) का अर्थ पथ होता है। हिमनदी द्वारा प्रभावित प्रदेश प्रायः विषम और दलदली होते हैं। ऐसे प्रदेशों में एस्कर (Esker) ही आवागमन के साधन होते हैं। अतएव

इनका नाम Esker बड़ा सार्थक है। इनकी ऊँचाई कम अर्थात् कुछ सौ फुट ही होती है, किन्तु इनकी लम्बाई ५ मील से लेकर २० मील तक पाई गई है। ढाल के अकस्मात् मन्द हो जाने से हिमानी के निचले भाग में प्रवाहित होने वाली नदी के पदार्थ निक्षेपित हो जाते हैं और एस्कर का रूप ग्रहण कर लेते हैं।



चित्र १०६—केम (Kame)

(२) केम (Kame)—ये गोलाकार पहाड़ियाँ होती हैं। इनके किनारे ढालू होते हैं। इनकी रचना पार्श्विक एवं भूमि हिमोढ़ से होती है। बहुधा ये निक्षेप अधः-हिमानीसरिताओं (Sub-glacial Streams) के निकास (Outlet) पर बन जाते हैं। इनकी संरचना मुख्यतः रेत और कंकर से होती है।



चित्र १०७—उत्क्षालित स्थली (Outwash Plain) (Alluvial Plain) को हम

(३) उत्क्षालित स्थली

(Outwash Plain)—हिमनदी की हिम के पिघलने से बहुत सी नदियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं। इन नदियों के कछारी मैदान

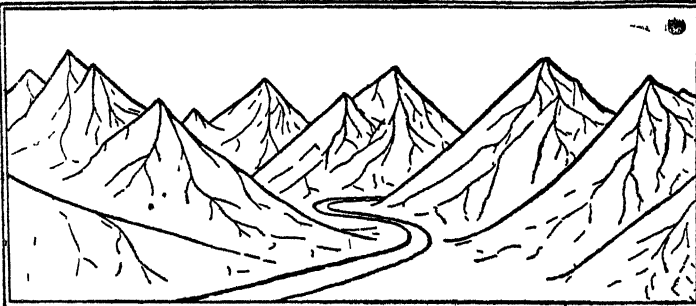
उत्क्षालित स्थली कहते हैं। इनकी रचना में अन्त्य-हिमोढ का कुछ भाग रहता है, जो विस्तृत क्षेत्र में फैल जाता है। शिलाओं के सूक्ष्म कण आगे बढ़ जाते हैं और अपेक्षाकृत स्थूल टुकड़े हिम के निकट रह जाते हैं।

११ हिमानीकृत भूदृश्य (Glaciated Landscape)

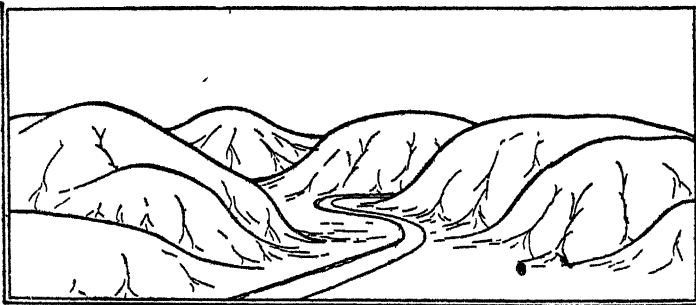
जिन क्षेत्रों में हिमानीकरण होता है, उनमें हिमनदियों की क्रिया से सम्बन्धित अनेक रूपधेय पाये जाते हैं। इन रूपधेयों को हम चार वर्गों में बाँट सकते हैं —

(१) अपक्षरण सम्बन्धी रूपधेय

इनमें अधिक उल्लेखनीय ये हैं—(१) सरेखाये (२) लम्बित घाटियाँ (३) रोशे माउटोनीज (४) श्रृंग (५) भीम सोपान (६) फियर्ड (समुद्र तट पर) (७) हिमानीकृत झीले (८) घाटियों के चिकने नितल तथा पार्श्व (९) पर्वतों की गोल की गई चोटियाँ तथा नदियों की चौड़ी की गई घाटियाँ (चित्र—१०८) (१०) झीले ।



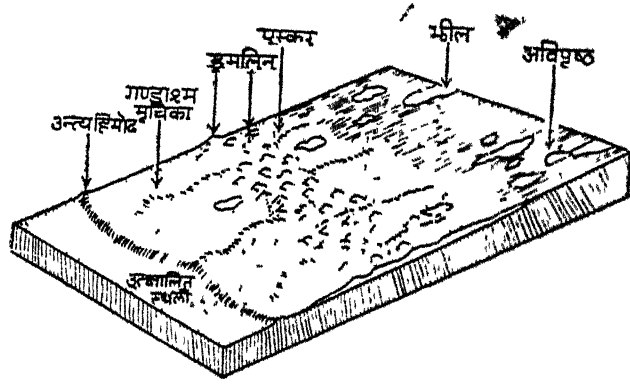
चित्र—१०८ हिमानीकरण के पूर्व पर्वतीय क्षेत्र।



चित्र १०९—हिमानीकृत अपक्षरण के पश्चात् पर्वतीय क्षेत्र

(२) परिवाहन सम्बन्धी रूपधेय

इनमें अधिक उल्लेखनीय ये हैं—(१) पार्श्विक हिमोठ (२) मध्यवर्ती हिमोठ तथा (३) अन्त्य हिमोठ ।



चित्र ११०—हिमानीकृत क्षेत्र

(३) निक्षेपण सम्बन्धी रूपधेय

इनमें अधिक उल्लेखनीय ये हैं—(१) गण्डाश्म मृत्तिका (Boulder Clay) (२) टिल (३) टिलाइट (४) इमलिन ।

(४) नदी हिम्य निक्षेपण सम्बन्धी रूपधेय

इनमें अधिक उल्लेखनीय ये हैं—(१) एस्कर (२) केम (३) उत्क्षालित स्थली ।

इन सब रूपधेयों की विवेचना पूर्व में हो चुकी है ।

१२ भारतवर्ष में पूर्वकालीन हिमयुग

भारतवर्ष में कम से कम तीन हिमयुगों के स्पष्ट प्रमाण मिलते हैं —

१ धारवार युग

दक्षिणी भारत में पाये जाने वाले काल्ड्रुग सपिण्ड (Kaldrug Conglomerate) के अष्टीलाओ (Pebbles) में बने हुए खुरच के चिन्ह, हिमनदी की क्रिया के सबसे प्राचीन प्रमाण हैं। आर० वी० फुट के अनुसार ये धारवार युग के हैं।

२. गोण्डवाना युग

फिर उड़ीसा की तलचौर शिलाओ (Talchur beds) में जो निम्न गोण्डवाना युग (Lower Gondwana Period) की है हिमानी के चिन्ह मिलते हैं। इनके निचले भागों में गण्डाश्म के तल्प (Boulder beds) पाये जाते हैं, जो हिमयुग का अकाद्य प्रमाण है। अन्य क्षेत्रों में भी जैसे हजारा, शिमला, साल्ट रेंज (Salt Range), राजस्थान तथा मध्य-प्रदेश आदि में इस युग की शिलाओ में गण्डाश्म के तल्प (Boulder beds) पाये जाते हैं। उत्तर प्रागार युग (Upper Carboniferous Period)

के इस हिमयुग की पुष्टि गौण्डवानालैण्ड के अन्य भागों (जैसे आस्ट्रेलिया और दक्षिणी अफ्रीका) के भौमिकीय इतिहास से भी होती है। तलचौर शिलाओं के ऊपर कोयले के स्तर पाये जाते हैं। कोयले के निर्माण के लिये सुप्रचुर वनस्पति (Luxurious Vegetation) होना आवश्यक है। ऐसे वन केवल उष्ण जलवायु में ही सम्भव हैं। अतएव उत्तर प्रागार युग (Upper Carboniferous Period) के उपरान्त जलवायु उष्ण हो गया। इसके बाद जलवायु पुनः शीतल हो गया, जैसा कि इस काल की पचेत शिलाओं (Panchet Rocks) के अध्ययन से विदित होता है। इन शिलाओं में बालुकाश्म (Sandstone) के अन्दर अ-विवन्धित स्फतीय (Undecomposed Felspars) के कण पाये जाते हैं। यदि जलवायु उष्ण होता तो स्फतीय विच्छिन्न अवश्य हो जाते। इनका विच्छिन्न न होना इस बात की पुष्टि करता है, कि इस युग में जलवायु शीतल था। पचेत शिलाओं के ऊपर लाल वर्ण के बालुकाश्म (Sandstone) पाये जाते हैं। इनमें अयसिय पदार्थ (Ferruginous Matter) का बाहुल्य मरुस्थलीय जलवायु (Arid Climate) का द्योतक है। संक्षेप में, गौण्डवाना युग के आरम्भ में जलवायु शीतल था, फिर वह उष्ण हुआ, इसके पश्चात् फिर शीतल हुआ और अन्त में फिर उष्ण हो गया।

३ प्रातिनूतन हिमयुग

(Pleistocene Ice Age)

भारतवर्ष में घटित होने वाला सबसे हाल का हिमयुग प्रातिनूतन युग (Pleistocene Period) में हुआ। यह हिमयुग ससार-व्यापी था। इसके प्रमाण योरप और अमरीका में तो मिलते ही हैं, इसके प्रभाव से प्रायद्वीपीय भारत का जलवायु भी अपेक्षाकृत शीतल हो गया। हिमालय प्रदेश के पादपों [जैसे विषपत्र तालीश (Rhododendron arborescens)] एवं जीवों [जैसे चिपिटश्रृंग छाग (Capra hircus) नामक जंगली बकरी] का नीलगिरि में पाया जाना इसकी पुष्टि करता है। हिमालयप्रदेश में तो हिमयुग के सभी चिन्ह मिलते हैं। शिवालिक युग के स्तनधारी जीवों का विनाश इसी हिमयुग ने किया। यह हिमयुग लगातार नहीं हुआ। प्रमाणों से विदित होता है, कि इस युग में हिमानीय जलवायु (Glacial Climate) चार बार हुआ है और उनके बीच में तीन अन्तर्हिमानीय युग (Interglacial Periods) हुए हैं। विशेष विवरण के लिये भूसैद्धान्तिकी का 'हिमयुगों के कारण' शीर्षक परिच्छेद देखिये।

नवम परिच्छेद पवन का कार्य

१. भूमिका

अन्य प्राकृतिक अभिकर्ताओं के सदृश वायु द्वारा भी अपक्षरण, परिवाहन एवं निक्षेपण की प्रक्रियाये सम्पन्न होती हैं। रम दृष्टि से जल और वायु के कार्यों में यह साम्य है कि ये दोनों अभिकर्ता रवय अपक्षरण कम करते हैं, किन्तु ककड, पत्थर, बालू आदि के माध्यम से अधिक। ये पदार्थ स्थल के काटने के लिये यत्र अथवा औजार का कार्य करते हैं। दोनों ही दशाओं में वनस्पति अपक्षरण की क्रिया में बाधक होती है।

२. अपक्षरण (Erosion)

वायु द्वारा सम्पन्न अपक्षरण मुख्यतः यांत्रिक रूप में (Mechanically) ही होता है। रासायनिक ऋतुक्षरण (Chemical Weathering) से जलज शिलाओं के कण परस्पर असम्बद्ध हो जाते हैं, जिससे अपक्षरण में सुविधा होती है। यही कारण है कि शैल (Shale) और बालुकाश्म (Sandstone) वायु के अपक्षरण से शीघ्र प्रभावित होते हैं।

अपक्षरण की मात्रा अनेक प्रतिकारकों पर निर्भर है।—

(१) वायु का वेग—यह तो स्पष्ट ही है, कि हल्की हवाओं से यांत्रिक अपक्षरण बहुत कम होगा। यांत्रिक अपक्षरण के महत्वपूर्ण होने के लिये वायु का प्रबल होना अनिवार्य है। मरुस्थलों में चलने वाली आंधियों से यांत्रिक अपक्षरण बहुत होता है। इन आंधियों में जो ककड पत्थर अथवा रजकण फँस जाते हैं, वे अपक्षरण के औजार का कार्य करते हैं।



चित्र १११—उच्छैल (Crags)

अतएव, यह स्वाभाविक है, कि वायु द्वारा सम्पन्न अपक्षरण धरातल के निकट सबसे अधिक होता है और ऊँचाई के साथ उसकी मात्रा घटती जाती है। सामान्यतः धरातल से ४ फुट की ऊँचाई तक घर्षण अधिक होता है। अपक्षरण की मात्रा के इस विभेदन के कारण उच्छैल (Crags) अस्तित्व में आ जाते हैं। चित्र १११ में इसे प्रदर्शित किया गया है। इसके देखने से यह स्पष्ट है कि अपक्षरण ऊपर की अपेक्षा धरातल के निकट

(२) ऊँचाई और पत्थर के टुकड़ों का आकार—छोटे आकार के धूलकण वायु में ऊपर ऊपर प्रवाहित होते हैं, किन्तु अपेक्षाकृत बड़े शिलाखण्ड पृथ्वी पर वायु के साथ लुढ़कते चलते हैं।

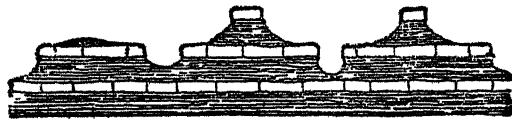
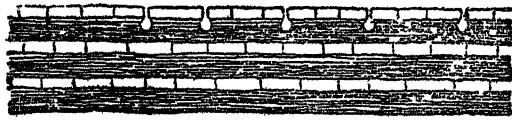
अधिक हुआ है। यदि वायु सदैव एक ही दिशा में चलती है, तो उच्छैल का निचला भाग केवल एक ओर घिस जाता है। यदि ऋतुओं के अनुसार वायु की दिशा में परिवर्तन होते रहते हैं, तो उच्छैल का निचला भाग चारों ओर से घिसता है। इस प्रकार के अपक्षरण का एक सुन्दर उदाहरण ट्रांस-कैस्पियन रेलवे (Trans-Caspian Railway) के अनुरूप गड़े हुए तार के खम्भों का घिस जाना है। ग्यारह वर्ष की अवधि में उनकी मोटाई आधी रह गई है।

(३) शिलाओं की कठोरता—कोमल शिलायें कठोर शिलाओं की अपेक्षा अधिक घिसती हैं। इस तथ्य की पुष्टि सिनाय प्रायद्वीप के भूदृश्य से होती है। यहाँ पर पाई जाने वाली सामान्य चट्टान बालुकाश्म (Sandstone) है, जिसमें मैंगनीज के सघनन (Concretions) मिलते हैं। मैंगनीज के सघनन की तुलना में बालुकाश्म कोमल होता है। इसका फल यह हुआ है कि दीर्घकाल के अपक्षरण से बालुकाश्म घिसकर नष्ट हो गया है, किन्तु मैंगनीज के सघनन यथावत खड़े हैं। यही नहीं उनकी आड़ में बालुकाश्म के छोटे-छोटे भाग भी अपक्षरित होने से बच गए हैं। चित्र ११२ से यह कथन स्पष्ट होगा।



चित्र ११२—सिनाय प्रायद्वीप का भूदृश्य

(४) शिलाओं की संरचना तथा जलवायु सम्बन्धी प्रतिकारक—कठोर शिलाओं के अपक्षरण में तापक्रम के विभेदन, ओस और सन्धियाँ (Joints) भी वायु की सहायता करते हैं। सन्धियों में भरे हुए ओसकण जब तापक्रम के क्षीण होने से घनीभूत होते हैं, तब उनका आयतन बढ़ जाता है जिससे सन्धियाँ अधिक चौड़ी हो जाती हैं और फलस्वरूप शिलायें खण्डित हो जाती हैं। टूटे हुए पत्थर के टुकड़ों को वायु उड़ा ले जाती है। इस प्रकार कठोर शिला का स्तर नष्ट होता रहता है और कालान्तर में नीचे की कोमल शिला के स्तम्भों के ऊपर केवल उनकी टोपियाँ शेष रह जाती हैं। ऐसी भूआकृतियाँ ढक्कनदार दवात से मिलती जुलती हैं। इन्हें ज्यूजैन (Zeugen) कहते हैं। धीरे-धीरे ये भी नष्ट हो जाती हैं और नीचे की कठोर शिला का दूसरा स्तर प्रकट हो जाता है। ऐसे प्रदेशों



चित्र ११३—वायु द्वारा सम्पन्न अपक्षरण पर शिलाओं की संरचना का प्रभाव

मे जहाँ कठोर और कोमल शिलाये एकान्तर पर पाई जाती हैं, अपक्षरण का यन्त्र क्रम चला करता है। चित्र ११३ से यह कथन स्पष्ट होगा।

वायु और जल द्वारा सम्पन्न अपक्षरण की तुलनात्मक मात्रा के विषय में विद्वानों मे मतभेद है। कुछ विद्वानों का यह कहना है कि मरुस्थल तक में वायु की अपेक्षा जल द्वारा अपक्षरण अधिक होता है। सम्भव है, यह उचित उच्च प्रदेशों के लिये यथार्थ हो, किन्तु निचले क्षेत्रों में वायु का प्रभाव अधिक होता है।

ऐसे प्रदेशों में जिनमें अपक्षरण की मात्रा अधिक होती है, किन्तु सचयन अपेक्षाकृत कम होता है, धरातल पर नग्न अथवा अनावृत शिखरप्रकार प्रकट हो जाते हैं, जिससे वह प्रदेश पथरीले मरुस्थल में परिणत हो जाता है।

वायु के अपक्षरण के तीन अंग हैं—(१) उठान (Deflation) (२) अपघर्षण (Abrasion) तथा (३) साधन-नाश (Attrition)। वायु द्वारा धूलि कणों का उठा ले जाना ही उठान (Deflation) है। द्रमकी विस्तृत विवेचना परिवाहन शीर्षक के अन्तर्गत की गई है। उड़ते हुए धूलिकणों में जो कटाव अथवा अपक्षरण होता है, उसे अपघर्षण (Abrasion) कहते हैं। कालान्तर में, वायु के अपक्षरण में औजार का कार्य करने वाले धूलिकण स्वयं घिसकर सूक्ष्म हो जाते हैं। यही साधन-नाश (Deflation) है।

३. परिवाहन (Transportation)

वायु रेत और धूलि के कणों को एक स्थान से हटाकर दूसरे स्थान पर ले जाती है। सूक्ष्म और हल्के कण हवा में लटकते रहते हैं और उभी अवस्था में परिवाहित होते हैं। भारी आकार के कण धरातल पर लुढ़कते चलते हैं। मध्यवर्ती आकार एवं भार के कण कभी हवा में उड़ते हुये चलते हैं और कभी धरातल पर लुढ़कते हुए। आँधियों में फस जाने से कभी कभी बड़े आकार के पत्थर भी हवा में उड़ते हैं, किन्तु आँधी के समाप्त होते ही वे धरातल पर गिर पड़ते हैं और वायु के अनुसार लुढ़कते हुए चलते हैं। इस प्रकार के कण न जाने कितनी बार हवा में उड़ते हैं और कितनी बार धरातल पर लुढ़कते हैं।

भारी कणों को प्रभावित न करके सूक्ष्म कणों का वायु द्वारा उड़ा ले जाना 'उठान' (Deflation) कहलाता है। यह क्रिया जलवायु के प्रत्येक कटिबन्ध में होती है, किन्तु मरुस्थलों में यह विशेष उल्लेखनीय है। पैट्री ने आगणन किया है कि पिछले २६०० वर्षों में नील नदी के डेल्टा से वायु द्वारा कम से कम ८ फुट मोटा स्तर उठाया जा चुका है।

अर्ध-मरुस्थलीय प्रदेशों में वायु के परिवाहन से गड्ढे और झीलें बन जाती हैं। इस प्रकार एक बड़ा गड्ढा संयुक्त राज्य अमरीका के व्योमिंग प्रदेश में बन गया है। यह ९ मील लम्बा, ३ मील चौड़ा तथा ३०० फुट गहरा है। इसे 'बड़ा खोखला' (Big Hollow) कहते हैं। इसके अध्ययन से विदित होता है कि इस दशा में कम से कम १० अरब टन रेत और धूलि का परिवाहन हुआ है। उठान की क्रिया (Deflation) जुते हुए खेतों और कच्ची मैदानों में विशेष रूप से होती है क्योंकि ऐसे क्षेत्रों में सूक्ष्म आकार के असम्बद्ध कण ऊपर रहते हैं।

वायु द्वारा प्रति वर्ष कितना पदार्थ अपक्षरित और परिवाहित होता है— इसका अभी तक सही अनुमान नहीं लगाया जा सका है। इसमें सन्देह नहीं कि

यह मात्रा बहुत अधिक होगी। सहारा मरुस्थल के रेत के कण दक्षिणी और मध्य योरप तक पहुँच जाते हैं। कभी-कभी तो वे ब्रिटिश द्वीप समूह तक चले जाते हैं। सन् १९०३ ई० में ब्रिटिश द्वीप समूह के विभिन्न भागों में रक्त वर्ण की जो जलवृष्टि हुई थी—वह अफ्रीका से परिवाहित धूलिकणों के कारण ही थी। आस्ट्रेलिया के धूल के तूफान डेढ़ हजार मील लम्बा पथ तय करके न्यूजीलैण्ड में पहुँच जाते हैं। राजस्थान का मरुस्थल प्रतिवर्ष लगभग १०० वर्गमील आगे बढ़ रहा है और आगरा और मथुरा जिले उससे बुरी तरह से प्रभावित हो रहे हैं। ज्वालामुखीय धूलि और भी अधिक दूर तक परिवाहित होती है। इसके दो कारण हैं—(१) एक तो उसके कण बहुत सूक्ष्म होते हैं (२) दूसरे उद्गार के समय वह ऊपर उछाल दी जाती है जहाँ धरातल की अपेक्षा वायु का वेग अधिक होता है। नैकटोआ के विस्फोट के सूक्ष्मतम धूलिकणों ने धरातल पर बैठ जाने के पूर्व पृथ्वी की अनेक परिक्रमाये कर ली थी। इसके कुछ धूलिकण तीन वर्ष तक वायुमण्डल में विचरण करते रहे।

४ निक्षेपण (Deposition)

वायु द्वारा जो पदार्थ परिवाहित होता है वह धरातल पर कहीं न कहीं संचित अवश्य होता है। कभी-कभी वायु के पथ में बाधा आ जाने से वह आगे नहीं बढ़ पाता। यदि वायु के पथ में बाधा न हुई तो वह उस समय तक परिवाहित होता रहता है, जब तक वायु का वेग क्षीण नहीं हो जाता। वायु-वेग के घट जाने से भी यह पदार्थ छूटकर धरातल पर गिर पड़ता है।

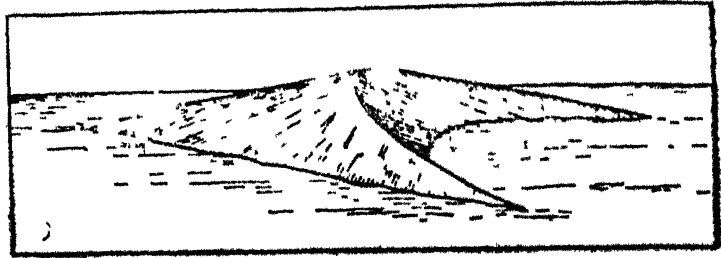
निक्षेपण में भी एक प्रकार का क्रम होता है। अपेक्षाकृत बड़े आकार के पदार्थ पहले संचित होते हैं। छोटे धूलिकण आगे बढ़ जाते हैं। दूरी के साथ-साथ संचित पदार्थ आकार में सूक्ष्म होते जाते हैं।

यह तो पूर्व में उल्लेख हो ही चुका है कि ऐसे प्रदेशों में जिनमें निक्षेपण की तुलना में अपक्षरण अधिक होता है पथरीले मरुस्थल अस्तित्व में आ जाते हैं। इसके विपरीत ऐसे क्षेत्रों में जिनमें अपक्षरण से निक्षेपण अधिक होता है, दो अन्य प्रकार के मरुस्थल अस्तित्व में आ जाते हैं—(१) बालू के मरुस्थल तथा (२) दोमट (Loam) के मरुस्थल। इनमें अन्तर्वस्तु का भेद मूल शिला की सरचना के अन्तर के कारण होता है।

(१) बालू के मरुस्थल

बालू के मरुस्थल का धरातल विषम होता है। इसमें बालुका-कूटो (Sand-dunes) की श्रृंखलाये पाई जाती हैं और उनके बीच में निम्नन होते हैं। जब वायु के पथ में कोई बाधा (जैसे नागफनी की झाड़ियाँ) आ जाती है, तो परिवाहित पदार्थ उससे टकरा कर वही गिर जाता है। बाधा अथवा अवरोधक के एक ओर बालू के कण इसी प्रकार एकत्र होते रहते हैं। कालान्तर में बालू का ढेर इतना ऊँचा हो जाता है कि वह अवरोधक की चोटी तक पहुँच जाता है और उसके बाद बालू के कण उसके पीछे गिरने लगते हैं। विकसित बालू का ढेर वायु के पथ में और भी बड़ा बाधक बन जाता है और निक्षेपण की क्रिया उस समय तक चलती रहती है, जब तक बालू का ढेर छोटी पहाड़ी का रूप नहीं ले लेता। ऐसी पहाड़ी में वह पार्श्व जिस पर वायु टकराती है मन्द प्रवण होता है और पीछे का ढाल प्रपाती होता है। वायु के प्रवाह

के कारण बालू की पहाड़ी की आकृति अर्ध-चन्द्राकार हो जाती है। बालू के इस प्रकार के निक्षेप को 'बरखन' (Barkhan) की मजा दी गई है।



चित्र ११४—बरखन (Barkhan)

यदि वायु की दिशा सदैव एक ही रहती है, तो 'बरखन' उत्तरोत्तर आगे खिसकता रहता है, किन्तु यदि वायु की दिशा में अन्तर होने रहते हैं, तो वह अनियमित एवं आकृतिहीन हो जाता है। कभी-कभी बहुत से बरखन परस्पर मिल जाते हैं, जिससे उनकी अर्धचन्द्राकार आकृति नष्ट हो जाती है और वे लम्बे टीलों का रूप ग्रहण कर लेते हैं। राजस्थान के मरुस्थल में ऐसे टीले बहुत पाये जाते हैं।

बालुका-कूटों का वर्गीकरण

बालुका कूटों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है जैसे— (१) स्थिति के अनुसार (२) प्रवाहित होनेवाली वायु की दिशा के मन्दर्भ में (३) आकृति के अनुसार . आदि।

स्थिति के अनुसार बालुका-कूटों के अनेक वर्ग किये जा सकते हैं जैसे (१) समुद्रनदीय बालुकाकूट (२) अन्तर्देशीय बालुका कूट (३) नदीतटीय बालुका कूट आदि।

प्रवाहित होनेवाली वायु के सन्दर्भ में बालुका-कूटों के दो भेद किये जा सकते हैं—(१) अनुदैर्घ्य (Longitudinal) बालुका कूट—जिनकी लम्बाई की दिशा प्रवाहित होनेवाली वायु की दिशा के अनुरूप अथवा समानान्तर होती है (२) अनुप्रस्थ (Transverse) बालुकाकूट—जिनकी लम्बाई की दिशा प्रवाहित होने वाली वायु की दिशा के प्रति समकोण बनाती है।

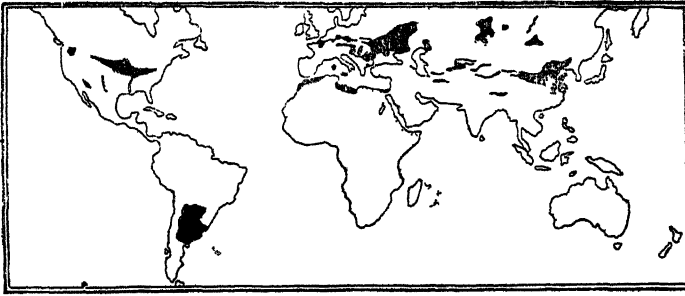
आकृति के अनुसार बालुकाकूटों की मुख्यतः दो श्रेणियाँ की जा सकती हैं— (१) अर्ध चन्द्राकार बालुकाकूट, जिन्हें बरखन कहते हैं। (२) लम्बे टीलों की आकृति के बालुका कूट—इन्हें सहारा मरुस्थल में सीफ (Seifs) कहते हैं। ये समानान्तर श्रेणियों में पाये जाते हैं। इनकी तुलना आरे के दाँतों से की जा सकती है।

बालुका-कूटों के गतिशील होने से मरुस्थल भी आगे बढ़ता रहता है। वर्तमान समय में भारत सरकार के समक्ष यह महत्वपूर्ण सामयिक समस्या प्रस्तुत है कि वह राजस्थान के मरुस्थल की प्रगति को किस प्रकार रोके। उत्तर प्रदेश के आगरा और मथुरा जिले बुरी तरह से प्रभावित हो रहे हैं और यदि उचित कदम न उठाया गया तो कालान्तर में समस्त उत्तर प्रदेश मरुस्थल में परिणत हो जायगा।

(२) लौयस के मरुस्थल

वायु द्वारा संचित दोमट (Loam) के निक्षेपो को 'लौयस' की सजा दी गई है। इसके कण रेत से छोटे होते हैं किन्तु मृत्तिका (Clay) से बड़े। इसका रंग पीला अथवा हल्का भूरा होता है। उँगलियों से दबाने से यह आटे की भाँति पिस जाता है और हाथ में चिपक जाता है। यदि किसी पानी के बर्तन में लौयस डाल ली जाय, तो वह घुल जाती है। वेध्य (Permeable) होने के कारण यह वर्षाजल का सोख लेती है। यह धरातल की विषमताओं को ढके रहती है और गड्ढों में इसकी मोटाई काफी होती है। चूने के पत्थर के सदृश इसमें भी लम्बवत् ढाल पाये जाते हैं।

अमरीका, योरप और मध्य एशिया में लौयस के क्षेत्र मरुस्थल-प्रदेश की सीमा के बाहर भी पाये जाते हैं। वे ऐसे स्थलो में भी पाये जाते हैं, जहाँ यथेष्ट वर्षा होती है। लौयस के निक्षेपो में जानवरों के अवशेष पाये गये हैं, जिनसे विदित होता है कि जब उसका निर्माण हुआ, तब जलवायु वर्तमान काल की अपेक्षा अधिक शुष्क थी।



चित्र ११५—संसार के लौयस निक्षेप

एशिया में 'लौयस' का विस्तार लगभग २ लाख ३० हजार वर्ग मील है। इसका अधिकांश भाग चीन में पाया जाता है। यहाँ पर इसकी मोटाई सैकड़ों फुट से लेकर हजारों फुट तक है। संयुक्त राज्य अमरीका के पश्चिमी भाग में पाया जाने वाला लौयस का आवरण भी काफी मोटा है। इसके अतिरिक्त लौयस के निक्षेप अलास्का, जर्मनी, और फ्रांस में भी पाये जाते हैं। इन प्रदेशों में मरुस्थल नहीं है और ऐसा अनुमान किया जाता है, कि हिमानीकृत बालू के परिवहन से वे अस्तित्व में आये हैं।

५ मरुस्थलों का वर्गीकरण (Classification of deserts)

मरुस्थल मुख्यतः चार प्रकार के होते हैं —

(१) यथार्थ बालुकामय मरुस्थल (True Sand Desert) — इसे सहारा में एर्ग (Erg) कहते हैं तथा तुर्किस्तान में कूम (Koum)। यह (१) बालू के विस्तृत, विशाल तथा क्षैतिज स्तरों से अथवा (२) बालुका-कूटों (Sand dunes) की नियमित पकितियों से अथवा (३) तरंगित (Undulating) बालुका प्रस्तर से बना होता है। अरब में ४ प्रकार के यथार्थ मरुस्थल पाये जाते हैं—दहाना, नैफुद,

१ इनके विशेष विवरण के लिये लेखक की रचना 'मध्य पूर्व' (The Middle East) देखिये

अहकाफ तथा हर्षा। इनमें हर्षा सबसे अधिक दुर्गम मरुस्थल होता है। इसमें चलने से आदमियों के पैर कट जाते हैं।

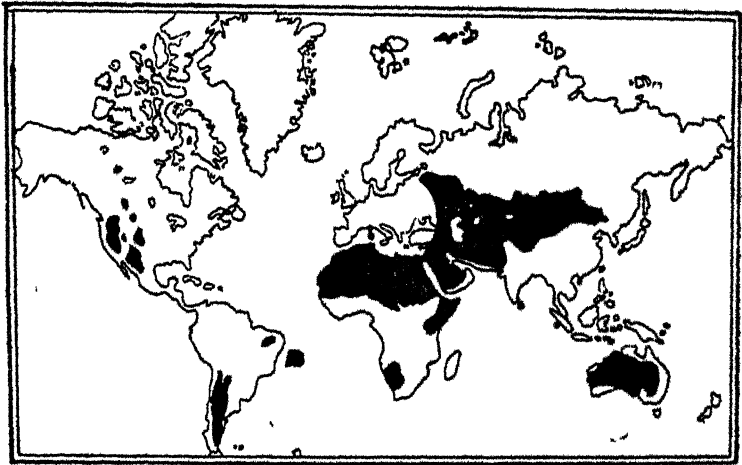
(२) पथरीला मरुस्थल (Stony Desert)—इसमें धरातल पर चिकने नुकीले ककडो (Gravels) का स्तर रहता है। उसे अलजीरिया में रैग (Reg) कहते हैं तथा लीबिया और मिश्र में सैरीर (Serr)।

(३) चट्टानी मरुस्थल (Rocky Desert)—इसे हम्मादा (Hammada) भी कहते हैं। यह नमन धरातलीय चट्टानों से बना होता है तथा इसमें रेत बिल्कुल नहीं होती। यह सपाट हो सकता है अथवा ज्यूजैन (Zeugen) और यारडंग (Yardang) की उपस्थिति के कारण विषम।

(४) शैल शिखरों से निर्मित मरुस्थल (Desert formed by rock peaks)—ऐसा मरुस्थल मध्य सहारा, सिनाय प्रायद्वीप, पश्चिमी अरब तथा बलूचिस्तान में पाया जाता है।

६ मरुस्थलीय भूदृश्य (Arid Landscape)

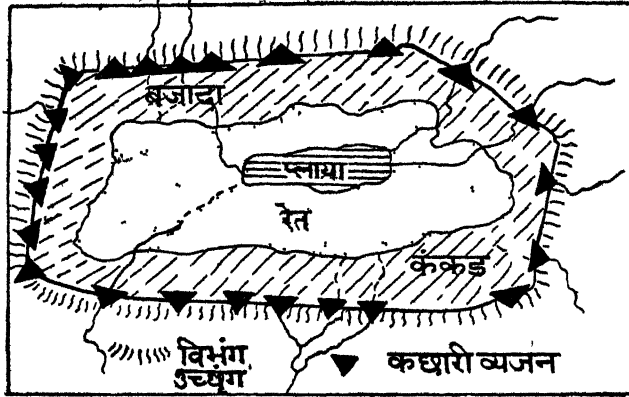
पवन की क्रिया से मरुस्थल अस्तित्व में आ जाते हैं। चित्र ११६ में ससार के उष्ण मरुस्थल प्रदर्शित किये गये हैं मरुस्थलों के कुछ उल्लेखनीय भूरूप नीचे दिये जा रहे हैं —



चित्र ११६—ससार में उष्णमरुस्थलों का वितरण

(१) तश्तरी सवूश ब्रोंगियाँ (Blow Outs)—उन प्रदेशों में जिनमें धरातल में ऐसी शिलायें पाई जाती हैं, जिनका वियोजन सरलता से हो जाता है—वायु के अपक्षरण से तश्तरी जैसी ब्रोंगियाँ बन जाती हैं। सयुक्त राज्य अमरीका में अराकानसाज की घाटी में ये बहुत पाई जाती हैं।

(२) प्लाया
(Playa)—
मरुस्थलो में पाई जानेवाली नमकीन मानी की अस्थायी झीलों की द्रोणियों को जो प्रायः चिपिट (Flat) होती है, हम प्लाया कहते हैं।



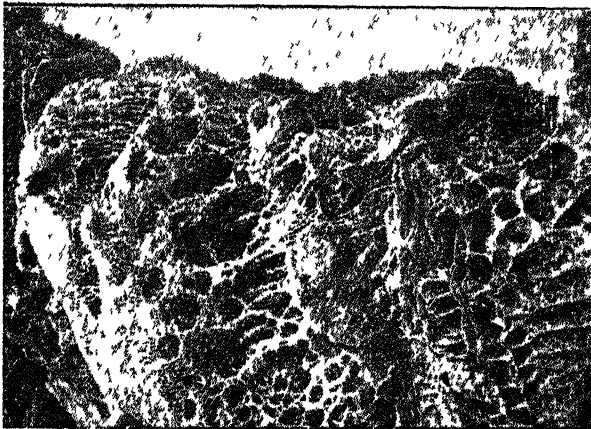
चित्र ११७—प्लाया तथा बजादा

(३) वादी
(Wadi)—
मरुस्थलो में पाई जानेवाली अस्थायी जलप्रवाह की घाटियों को 'वादी' कहते हैं।

(४) कैनियन (Canyon)—मरुस्थलीय प्रदेश में कोमल शिलाओं के अपक्षरण से बनी गहरी और प्रपातों पर्वो वाली घाटी को हम कैनियन कहते हैं। वर्षा के अभाव में सहायक नदियों का विकास न होने के कारण अपक्षरण बहुत कम होता है, जिससे घाटी चौड़ी नहीं होने पाती। नदी के प्रकरण में कौलेरेडो नदी की कैनियनो का उल्लेख हो चुका है।

(५) बैडलैण्ड भूदृश्य (Badland Topography)—अपक्षरण से बहुत अधिक कटे-फटे भूखण्ड को 'बैडलैण्ड' कहते हैं।

(६) जालीदार शिला (Stone Lattice)—जब वायु के समक्ष ऐसा



चित्र ११८—जालीदार शिला

शिला-पार्श्व पड़ता है, जिसके कुछ कण कोमल होते हैं तथा कुछ कठोर, तब कोमल कण वायु के थपेड़ों से उखड़ जाते हैं और इस प्रकार शिला-पार्श्व पर जाली जैसा स्वरूप बन जाता है।



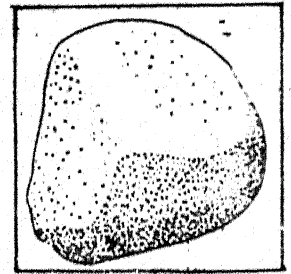
चित्र ११९.—वायुनिर्मित खिड़की

—ऋतुक्षरण की क्रिया से टूटकर अस्तित्व में आये हुए शिलाखण्ड कभी २ जने भारी होते हैं, कि वायु द्वारा उनका परिवाहन संभव नहीं होता। उनका बहुपार्श्व जो पवन की दिशा में पड़ता है, घिस जाता है। ऐसे शिला खण्डों को वेंण्टिफैक्ट्स (Ventifacts) कहते हैं।

(९) वायु निर्मित पुल (Bridge)—जब वायु द्वारा निर्मित खिड़की के नीचे का भाग अपक्षरित होकर नष्ट हो जाता है और केवल ऊपर की मेहराब शेष रह जाती है, तब उसे हम वायु निर्मित पुल कहते हैं।

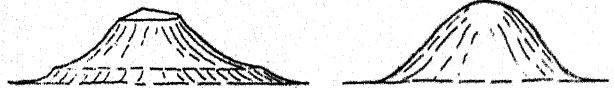
(१०) ड्रीकैण्टर (Dreikanter)—ऐसे वेंण्टिफैक्ट को जिसके तीनपार्श्व वायु द्वारा घिस जाते हैं, हम ड्रीकैण्टर कहते हैं। ये ब्राजील के काष्ठफलों (Brazil Nuts) से मिलते-जुलते होते हैं। सहारा मरुस्थल में ये बहुत पाये जाते हैं।

(११) इन्सैलबर्ग (Inselberg)—जर्मन भूगर्भवेत्ताओं ने कलाहारी मरुस्थल के वायु द्वारा घिसे हुए पिण्डों को यह संज्ञा दी थी, किन्तु अब यह शब्द सामान्य मरुस्थल की अवशिष्ट पहाड़ियों के लिये प्रयुक्त होने लगा है। इन पहाड़ियों की चोटी चपटी भी हो सकती है और गोल भी।



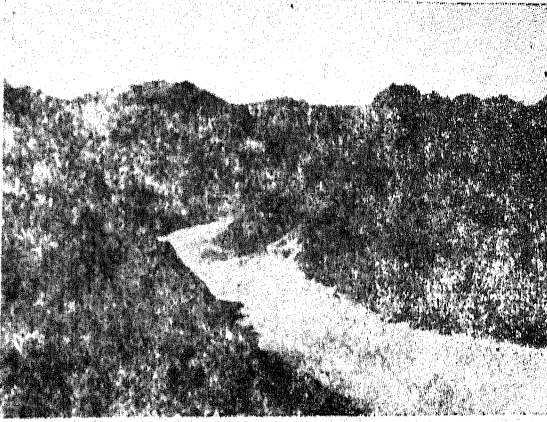
चित्र १२०.—ड्रीकैण्टर

(१२) यारडैंग (Yardang)—
ऐसे क्षेत्रों में जहाँ
कोमल और कठोर
शिलायें एकान्तर पर

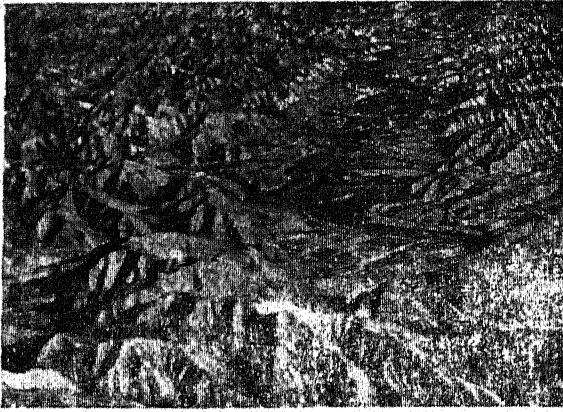


चित्र १२१.—इन्सैलबर्ग

तथा प्रायः लम्बवत् दिशा में पाई जाती हैं, वायु द्वारा कोमल चट्टानें घिस कर नष्ट हो जाती हैं और कठोर चट्टानों के टीले शेष रह जाते हैं। इन्हें हम 'यारडैंग' कहते हैं। मध्य एशिया के मरुस्थलीय क्षेत्र में ये बहुलता से पाये जाते हैं।



चित्र १२२—वादी



चित्र १२३—बैडलैण्ड भूदृश्य

पृष्ठ ९६ के सामने



चित्र १२४—कौलैरडो नदी के कैनियन]

पृष्ठ ९७ के सामने



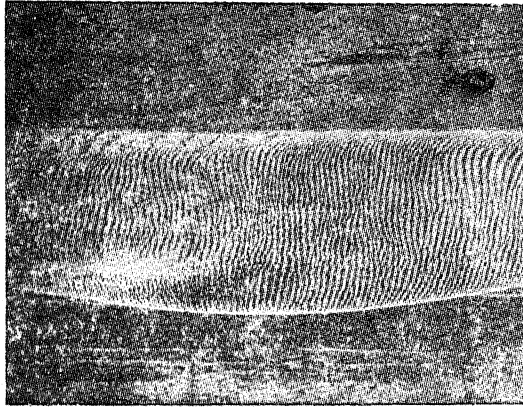
चित्र १२५—लौयस भूदृश्य

(१३) **ज्यूजैन (Zeugen)**—ऐसे शुष्क प्रदेशों में जहाँ कोमल और कटोर शिलायें एकान्तर पर पाई जाती हैं—दवात (Inkpot) जैसी आकृति के भूरूप अस्तित्व में आ जाते हैं। इन्हें हम ज्यूजैन कहते हैं। इनके निर्माण की क्रिया की विस्तृत विवेचना पूर्व में हो चुकी है। ये आसपास के समतल से १०० फुट अथवा उससे भी अधिक ऊँचे होते हैं।

(१४) **गारा (Gara)**—वायु के अपक्षरण से उच्छैल (Crag) के बनने की क्रिया का ऊपर उल्लेख किया गया है। कुकुरमुत्ता जैसी आकृति के इन उच्छैलों को सहारा में गारा (Gara) [बहुवचन Gour] कहते हैं।

(१५) **बजादा तथा पैडिमेंट (Bajada and Pediments)** मरुस्थलीय प्रदेशों में अन्तपर्वतीय बेसिन के किनारे उच्छृंग के पद पर अनेक कछारी व्यजनों (Alluvial Fans) के परस्पर मिल जाने से जो ढाल बनता है, उसे बजादा (Bajada) कहते हैं।

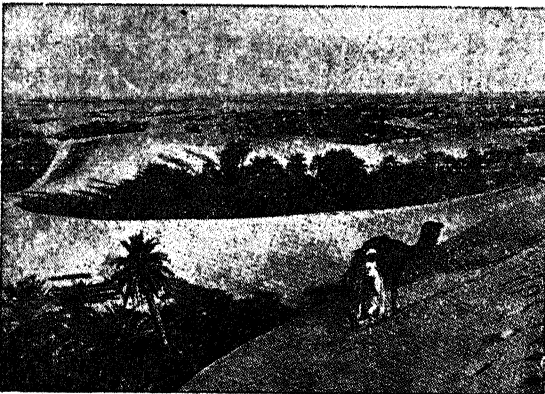
कभी २ उच्छृंग के पद पर मन्द प्रकण वाला शिलापृष्ठ पाया जाता है। इसे पैडिमेंट (Pediment) कहते हैं।



चित्र १२६—ऊर्मि

हुई होती है। इन्हें ही हम ऊर्मि-चिन्ह कहते हैं।

(१७) **ऊर्मि-चिन्ह (Ripple Marks)**—कुछ रेतीले मरुस्थलों में लहर सदृश रेखायें पाई जाती हैं। ये वायु प्रवाह से बन जाती हैं। इनकी दिशा वायु प्रवाह के प्रति सम्कोण बनाती



चित्र १२७—मरुद्यान

(१८) **मरुद्यान (Oasis)**—मरुस्थलों के मध्य में पाये जानेवाले उर्वर भूखण्डों को मरुद्यान कहते हैं। उष्ण मरुस्थलों के मरुद्यानों में खजूर के वृक्ष पाये जाते हैं। मरुस्थलों में यात्रा करने वाले काफिले मरुद्यानों में डेरा डालते हुए चलते हैं।

दशम् परिच्छेद

भूमिगत जल

(UNDERGROUND WATER)

१ भूमिगत जल का उद्गम

पृथ्वी के धरातल पर गिरने वाला वर्षा का जल तीन भागों में विभाजित हो जाता है—

(१) कुछ अश नदी-नालों द्वारा बह जाता है।

(२) कुछ अश वाष्पीकरण (Evaporation) द्वारा वायुमण्डल में पुन लौट जाता है।

और (३) कुछ अश पृथ्वी सोख लेती है। वर्षा-जल का यह भाग भूपर्पटी के ऊपरी स्तर में च्यवित होकर 'भूमिगत जल' बन जाता है।

२ जल-पटल (Water Table)

भूमिगत जल के सन्दर्भ में शिलाओं के दो भेद किये जा सकने हैं —

(१) भेद्य शिलायें (Pervious Rocks)—वे शिलायें हैं, जिनमें पानी प्रवेश कर सकता है।

(२) अभेद्य शिलायें (Impervious Rocks)—वे शिलायें हैं, जिनमें पानी का प्रवेश संभव नहीं है।

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि भेद्य शिला (Pervious Rock) और रन्ध्री शिला (Porous Rock) में अन्तर है। प्रायः मणिभय शिलाओं (Crystalline Rocks) के मणिभ अन्तःपाशबद्ध (Interlocked) होते हैं, जिससे उनमें तनिक भी रन्ध्रता (Porosity) नहीं होती, किन्तु कभी-कभी उनमें सन्धियाँ (Joints) पाई जाती हैं, जिनमें जलपारण संभव होता है। अन्य शब्दों में ऐसी शिलायें रन्ध्री (Porous) न होते हुए भी भेद्य (Pervious) हैं। इसके विपरीत बहुत सी मृण्मय शिलायें (Argillaceous Rocks) स्पष्टतः रन्ध्री (Porous) होते हुए भी अभेद्य (Impervious) होती हैं क्योंकि उनके रन्ध्र (Pores) इतने सूक्ष्म होते हैं कि उनमें जल का प्रवेश संभव नहीं होता। इसके अतिरिक्त तल-आतति (Surface Tension) भी जलपारण में बाधक होती है। ऐसी शिलाओं को जिनमें जल का पारण संभव है और जो जल को धारण कर सकती हैं हम 'जलभरा' (Aquifer) कहते हैं।

गहराई के साथ दबाव बढ़ता जाता है, जिससे भूपृष्ठ के अतिशय नीचे की शिलाओं के रन्ध्र बन्द हो जाते हैं। इसके अतिरिक्त भेद्य शिलाओं के नीचे प्रायः अभेद्य शिलायें पाई जाती हैं। इन कारणों से पृथ्वी द्वारा सोखा हुआ जल अनिश्चित गहराई तक नहीं पहुँचता। च्यवित जल की निचली सीमा के ऊपर शिलाओं का कुछ भाग जल से सतृप्त (Saturated) रहता है। इस सतृप्ति (Saturation) के ऊपरी समतल को हम जल-पटल (Water Table) कहते हैं। जल पटल धरातल

का स्पर्श कर सकता है, किन्तु प्रायः उससे कुछ फुट नीचे ही रहता है। जब कुँआ खोदा जाता है तब उसमें जल-पटल तक पानी भर जाता है।



चित्र १२८—जल-पटल (Water Table)

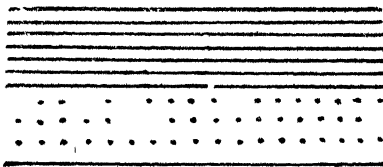
यदि सभी शिलाओं में रन्ध्र (Pores), सन्धियाँ (Joints), विभाजक समतल (Divisional Planes) तथा जलपारण के अन्य साधन समान रूप से पाये जाते, तो भूपृष्ठ के सभी भागों में समान मात्रा में पानी नीचे च्यवित होता। ऐसी दशा में जलपटल पटल (Table) की भांति क्षैतिज होता। किन्तु वास्तविकता यह नहीं है। कहीं पानी कम च्यवित होता है, कहीं अधिक। इसके निम्नलिखित कारण हैं—

- (१) रन्ध्रों की संख्या और आकार में विभेदन
 - (२) सन्धियों और विभाजक समतलों की संख्या और आकार में विभेदन
 - (३) वर्षा की मात्रा में विभेदन।
- अतएव, जल-पटल नाम अशुद्ध है।

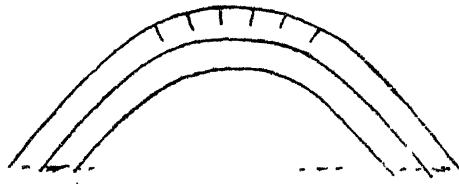
उपर्युक्त विभेदनो के कारण बहुधा दो प्रकार के क्षेत्र अस्तित्व में आ जाते हैं—(१) एक तो वे जिनमें भूमिगत जल की बहुलता होती है और (२) दूसरे वे जिन में भूमिगत जल अपेक्षाकृत कम मात्रा में होता है। यह प्राकृतिक नियम है कि जल सदैव ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है। पृथ्वी के नीचे भी भूमिगत जल ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है।

३ जल संचयन को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

जल-संचयन को निम्नलिखित दो प्रतिकारक प्रभावित करते हैं—



चित्र १२९—जल संचयन पर दबाव का प्रभाव



चित्र १३०—जल संचयन पर संरचना का प्रभाव

(१) दबाव—ऊपर की शिलाओं के दबाव से कभी-कभी नीचे की शिलाओं के रन्ध्र बन्द हो जाते हैं।

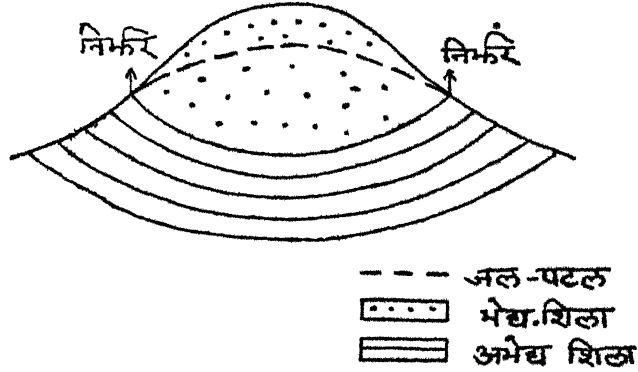
(२) भौमिकीय संरचना—(Geological Structure)—यदि भौमिकीय संरचना चाप सदृश हुई तो शिलाओं के मध्यवर्ती अक्ष पर आतति (Tension) के कारण विदर (Fissures) उत्पन्न हो जाते हैं।

इसके विपरीत यदि भौमिकीय संरचना द्रोणी सदृश हुई तो सन्धियाँ सिकुड़ जाती हैं।

४ जलपटल का भौम्याकृति और ऋतुओं से सम्बन्ध

जैसा कि चित्र १३१ से स्पष्ट है जलपटल समोच्च रेखाओं के अनुरूप होते हैं। यहाँ पर भेद्य ढोपी के निचले सिरे पर निर्झर विद्यमान है।

जल-पटल ऋतुओं के अनुसार ऊँचा-नीचा होता रहता है अर्थात् गर्मियों में वह नीचे चला जाता है और वर्षा ऋतु में ऊपर उठ जाता है। किन्तु एक निश्चित सीमा से नीचे वह कभी नहीं जाता। इस सीमा को सतृप्ति का स्थायी समतल (Permanent Level of Saturation) कहते हैं।



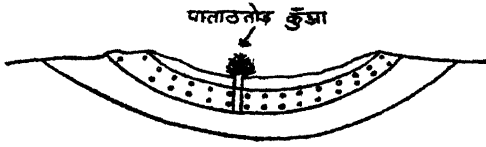
चित्र १३१—जलपटल का भौम्याकृति से सम्बन्ध

जलपटल के उच्चावचन (Fluctuations) का प्रभाव कुँओं और निर्झरों के जल की मात्रा पर पड़ता है। यदि कोई कुँआ खोदा जाता है और उसकी गहराई जलपटल के वर्षा-ऋतु के समतल से थोड़े ही नीचे होती है, तो गर्मियों में वह सूख जाता है। इसके विपरीत सतृप्ति के स्थायी समतल से गहरा कुँआ वर्ष भर पानी से भरा रहता है।

५ पातालतोड़ कुँआ और निर्झर (Artesian Wells and Springs)]

(१) पाताल तोड़ कुँआ

यदि किसी स्थान में भेद्य और अभेद्य शिलाओं की व्यवस्था चित्र के अनुसार हो तो स्पष्ट है कि वर्षा का जल भेद्य शिला में एकत्र होता रहेगा और यदि चित्रानुसार सछिद्रण (Bore-hole) किया जावे, तो वहाँ पर पाताल-तोड़ कुएँ के रूप में जल ऊपर की ओर प्रवाहित होगा।



चित्र १३२—पातालतोड कुआँ

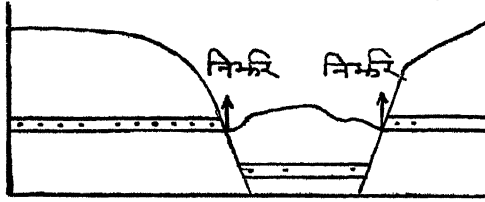
(२) निक्षार

चित्र १३२ में ऐसे स्थानों पर निक्षारों की उत्पत्ति, जहाँ पर जल-पटल भूपृष्ठ का स्पर्श करता है, स्वयं स्पष्ट है। अतएव उस पर प्रकाश डालने की कोई आवश्यकता नहीं है।

६ भूमिगत जल का भौगोलिक कार्य

(१) अपक्षरण

भूमिगत जल बड़े ही मन्द वेग से बहता है। इस कारण उससे यांत्रिक अपक्षरण बहुत कम होता है। हॉ, परोक्ष रूप से इसके कारण स्थल-सर्पण (Land Slides) हो जाते हैं, जिनसे कुछ न कुछ अपक्षरण तथा निक्षेपण अवश्य होता है। जब भूमि काफी झुकी होती है और उसका ऊपरी भाग पानी से सतृप्त होता है तब स्थल सर्पण बहुत होते हैं। वास्तव में ऐसी दशा में भूमिगत जल स्निग्धीकरण के पदार्थ

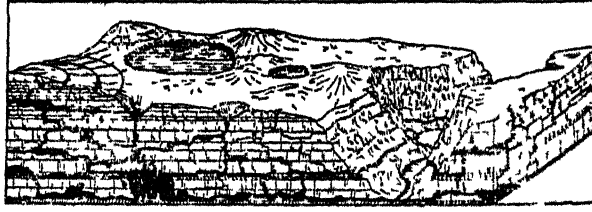


चित्र १३३—निक्षारों (Springs) की उत्पत्ति

(Lubricating Substance) का कार्य करता है अर्थात् उससे ऊपर के शिलाखण्ड के सर्पण में सुविधा होती है। पर्वत-पदों पर स्थल-सर्पण द्वारा जो पत्थरों के टुकड़े और मिट्टी आदि एकत्र हो जाती है—उसे हम शैलखण्ड (Talus) अथवा सपात (Scree) कहते हैं। जल से सतृप्त भूमि का इस प्रकार नीचे की ओर खिसकना मृदा-प्रवाह (Solifluction) कहलाता है। भूमिगत नदी-नालों द्वारा थोड़ा-बहुत यांत्रिक अपक्षरण भी होता है। इसकी विवेचना 'कास्ट-भूदृश्य' के प्रकरण में हो चुकी है।

घोल (Solution)

यद्यपि भूमिगत जल से यांत्रिक अपक्षरण बहुत कम होता है, तथापि रासायनिक अपक्षरण की दृष्टि से वह बहुत महत्वपूर्ण है। विशेषकर घोल द्वारा उससे बहुत अपक्षरण होता है। यह कार्य चूने के पत्थर के क्षेत्र में विशेष उल्लेखनीय है। जब पानी में कार्बन डाइ-ऑक्साइड घुली होती है, तब उसमें चूने का पत्थर घुल जाता है। वर्षा का जल जब धरातल पर गिरता है, तब वायुमण्डल की कार्बन डाइ-ऑक्साइड उसमें घुल जाती है। फल यह होता है कि चूने के पत्थर के प्रदेश में घोल के फलस्वरूप एक विशेष प्रकार का भू-दृश्य उपस्थित हो जाता है। इसकी विस्तृत विवेचना कास्ट-भूदृश्य शीर्षक प्रकरण में की गई है।



चित्र १३४—कास्ट भूदृश्य

शिलाओं के भूमिगत घोल से निम्नलिखित रूपधेय अस्तित्व में आ जाते हैं —

- (१) निगिर छिद्र (Swallow holes)
- (२) सकुण्ड (Uvala)
- (३) राजकुण्ड (Polje)
- (४) चूर्ण कूट (Hum)
- (५) निसुरगा (Ponor)
- (६) भूमिगत कन्दराये (Underground caves)
- (७) आश्चुताश्म एव निश्चुताश्म (Stalactites and Stalagmites)
- (८) अन्धी घाटियाँ (Blind Valleys)
- (९) प्राकृतिक सेतु (Natural Bridges) आदि

इनकी विस्तृत विवेचना 'कास्ट भूदृश्य' के प्रकरण में की गई है।

(२) परिवहन (Transportation)

भूमिगत जल धुले हुए पदार्थों को अपने साथ बहा ले जाता है और अन्त में कहीं न कहीं उनका निक्षेपण भी कर देता है। कभी-कभी भूमिगत श्रोतो द्वारा वे सागरो अथवा झीलो में पहुँच जाते हैं। धुले हुए पदार्थों का कुछ भाग अवसादों के अन्तराल में जम जाता है, जिससे वे परस्पर चिपक जाते हैं। जलज शिलाओं के बनने में इस क्रिया का बड़ा महत्व है। सवद्ध करने वाले पदार्थों में कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate), सिलिका (Silicon Dioxide) तथा फेरिक ऑक्साइड (Ferric Oxide) प्रमुख हैं।

(३) निक्षेपण (Deposition)

अवसादों के अन्तराल में होने वाले निक्षेपण का उल्लेख तो ऊपर ही हो चुका है। इनके अतिरिक्त भी निक्षेपण द्वारा अनेक नवीन रूप निर्मित होते हैं। निक्षेपण निम्नलिखित कारणों से होता है—

(१) कार्बन डाई ऑक्साइड और अन्य धुली हुई गंसी के निकल जाने से— जब ये गैसें विद्यमान होती हैं, तब घुलनशीलता बढ़ जाती है। इनके निकल जाने से निक्षेपण होता है।

(२) वाष्पीकरण से घोल का सकेन्द्रण (Concentration) बढ़ जाता है जिससे पदार्थ का कुछ भाग घोल से निकलकर निक्षेपित हो जाता है।

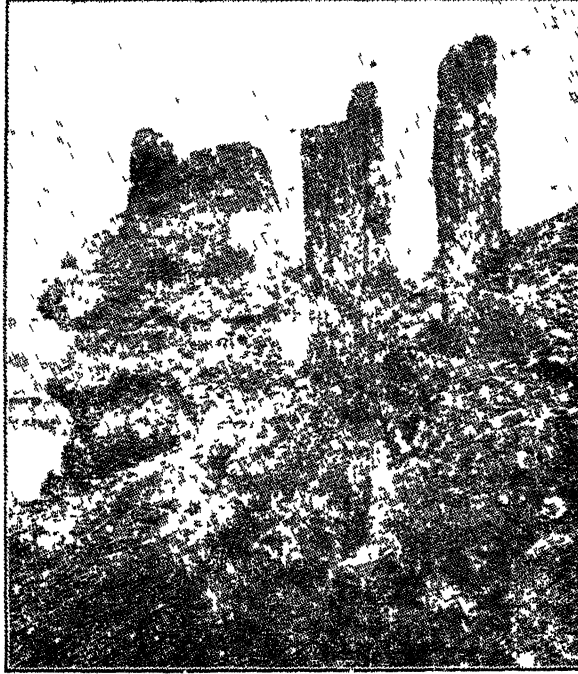
(३) तापक्रम का घटना—तापक्रम के बढ़ जाने से घुलनशीलता बढ़ जाती है और तापक्रम के घट जाने से घुलनशीलता घट जाती है। अतएव, तापक्रम के क्षीण होने पर निक्षेपण होना स्वाभाविक ही है।

(४) दबाव का घटना—वायुमार् के घट जाने से भी निक्षेप हो जाते हैं।

(५) रासायनिक प्रक्रियाये—ये अनेक प्रकार की होती हैं और कभी-कभी इनसे निक्षेप बन जाते हैं।

भूमिगत जल द्वारा सम्पन्न निक्षेपण के कुछ रूपधेय निम्नांकित हैं:—

(१) आश्चुताश्म तथा निश्चुताश्म (Stalactites and Stalagmites) चूने के पत्थर के प्रदेश में पाई जाने वाली कन्दराओं में ऊपर से च्यवित होने वाले चूने के धोल को बूंदों के सूख जाने से कभी-कभी दो प्रकार के स्तम्भ बन जाते हैं। जो स्तम्भ छत से लटकता रहता है उसे आश्चुताश्म (Stalactite) कहते हैं और जो नीचे भूमि पर स्थापित हो जाता है, उसे निश्चुताश्म (Stalagmite) कहते हैं।



(२) गुहाग्रन्थि (Geode) कभी-कभी शिलाओं में विद्यमान गड्ढों में भूमिगत जल भर जाता है। इस निक्षेपण का एक विशेष रूप होता है, उदाहरणार्थ सिलिका (Silica) निक्षेप के मणिभ कभी-कभी कधी के दाँत जैसे प्रतीत होते हैं। इन्हें हम गुहाग्रन्थि (Geode) कहते हैं।

चित्र १३५—अश्मीभूत काष्ठ (Petrified wood)

(३) प्रतिस्थापन (Replacement)—कभी-कभी जब भूमिगत जल के धोल में अन्य पदार्थ घुलते हैं, तब उसी मात्रा में घुले हुए पदार्थ अलग हो जाते हैं और उनका निक्षेप बन जाता है। प्रतिस्थापन की यह क्रिया अणु प्रति अणु (Molecule by molecule) होती है जिससे घुले हुए पदार्थ के रूप में कोई अन्तर नहीं होता, केवल संरचना बदल जाती है। इस क्रिया द्वारा कभी-कभी पेड़ों के तने शिला में परिणत हो गए हैं, जिन्हें हम अश्मीभूत काष्ठ (Petrified Wood) कहते हैं।

(४) सघनन (Concretions)—किसी ठोस कण को केन्द्र मानकर उसके चारों ओर निक्षेप होने से सघनन बन जाते हैं। उदाहरण के लिये भारतवर्ष में पाया जाने वाला ककड। इसमें केन्द्रीय कण के चारों ओर कैल्शियम कार्बोनेट संचित होता है।

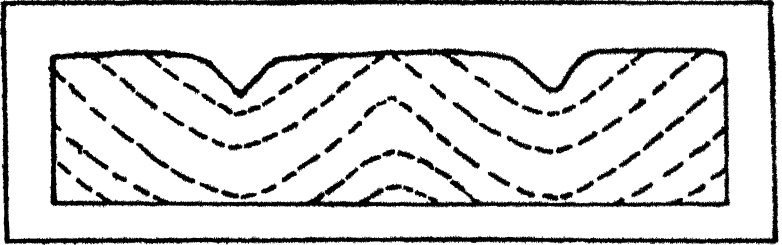
ग्यारहवाँ परिच्छेद

अपक्षरण चक्र

(CYCLE OF EROSION)

१. स्थलखण्ड के जीवन की अवस्थाएँ

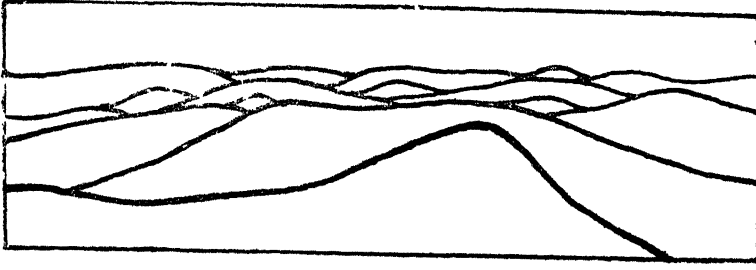
जिस प्रकार मनुष्य के जीवन में विभिन्न अवस्थाएँ होती हैं, ठीक उसी प्रकार प्रत्येक स्थलखण्ड के जीवन में भी अवस्थाएँ होती हैं। जब हम किसी स्थल-खण्ड का क्रमबद्ध अध्ययन करते हैं तब हमें विदित होता है, कि उसके रूप में क्रमशः परिवर्तन होते रहते हैं। यह कथन एक उदाहरण में स्पष्ट होगा। मान लीजिये महाद्वीपकारक बलों के कारण सागर-तटल का कुछ भाग ऊपर उठ आता है। आरम्भ में इसका धरातल प्रायः समतल होगा और उसमें विषमताएँ बहुत कम होंगी। धीरे-धीरे उसके धरातल पर विभिन्न प्राकृतिक अभिकर्ताओं का प्रभाव पड़ने लगेगा—उदाहरणार्थ वर्षा के कारण उसमें प्रवाह-व्यवस्था (Drainage system) स्थापित हो जायगी। फिर धीरे-धीरे नदियों की घाटियाँ गहरी होना आरम्भ होंगी। एक निश्चित अवधि के अन्त में नदियों के लम्बवत अपक्षरण की क्रिया समाप्त हो जायगी



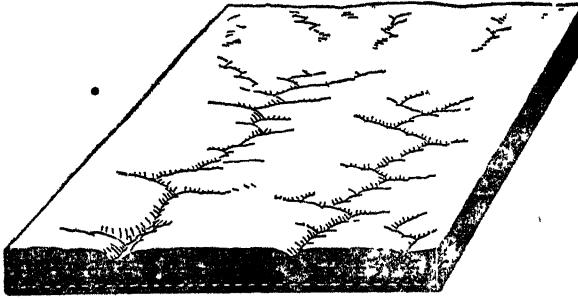
चित्र १३६—अपक्षरण-चक्र का विकास

और पार्श्विक अपक्षरण बढ़ने लगेगा। इसका प्रभाव घाटियों के मध्य में स्थित उपरिष्ठ भागों पर पड़ेगा और उनकी ऊँचाई क्रमशः क्षीण होने लगेगी। अन्त में, पर्वत घिसकर प्रायः समतल हो जायेंगे। पर्वतों के इस अन्तिम अवस्था के रूप को हम 'समतल-प्राय' (Peneplain) कहते हैं।

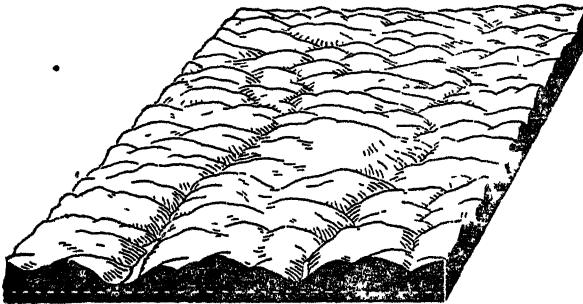
उपर्युक्त परिच्छेद में एक विशिष्ट स्थल-खण्ड के जीवन के इतिहास को विभिन्न क्रमिक अवस्थाओं का दिग्दर्शन कराया गया है। यही अपक्षरण-चक्र (Cycle of Erosion) का सिद्धान्त है। आरम्भ में जब स्थलखण्ड समुद्र के गर्भ से ऊपर उठता है, तब उसमें न्यूनतम विषमताएँ होती हैं, जो उसकी युवावस्था प्रदर्शित करती हैं। जब विषमताएँ बढ़ते-बढ़ते अधिकतम हो जाती हैं, तब हम यह कहते हैं कि स्थलखण्ड की प्रौढ़ावस्था (Mature stage) आ गई। प्रौढ़ावस्था के अनन्तर वृद्धावस्था आती है। वृद्धावस्था में विषमताएँ पुनः क्षीण हो जाती हैं।



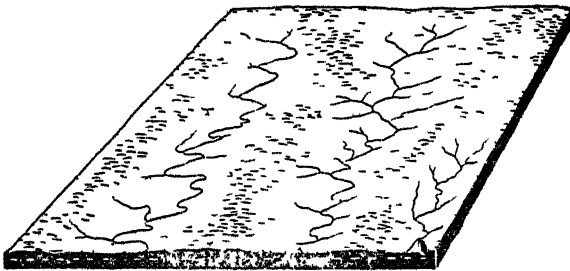
चित्र १३७—स्थलखण्ड की प्रौढावस्था



(१) युवावस्था



(२) प्रौढावस्था



(३) वृद्धावस्था

चित्र १३८—स्थलखण्ड के जीवन की विभिन्न अवस्थाये

निम्नांकित तालिका से उपर्युक्त कथन और भी स्पष्ट होगा—

१. आरम्भिक रूप	इसमें विषमतायें न्यूनतम होती हैं	युवावस्था (Youth)
२. अनुक्रमिक रूप	इसमें विषमतायें विकसित रूप में होती हैं।	प्रीढ़ावस्था (Maturity)
३. अन्तिम रूप	इसमें विषमतायें पुनः क्षीण हो जाती हैं।	वृद्धावस्था (Old age)

चित्र १३८ में स्थलखण्ड के जीवन की विभिन्न अवस्थायें प्रदर्शित की गई हैं। जब हम किसी भूखण्ड अथवा भूदृश्य का शास्त्रीय अध्ययन करते हैं, तब हमें यह जानना परम आवश्यक होता है, कि उसकी अवस्था क्या है। विकास-क्रम की अवस्था के अतिरिक्त हमें दो बातों का ज्ञान और होना चाहिये—(१) संरचना तथा (२) अपक्षरण का अभिकर्ता। विशेष प्रकार की शिलाओं में विशेष प्रकार का दृश्य विकसित होता है। इस कथन की पुष्टि कास्ट-भूदृश्य के अध्ययन से होती है। कास्ट-भूदृश्य का विकास केवल चूने के पत्थर के क्षेत्र में होता है। चूने के पत्थर में दो उल्लेखनीय गुण होते हैं—(१) एक तो उसमें लम्बवत् सन्धियाँ होती हैं और (२) दूसरे वह जैसे जल में जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड घुली हो, घुल जाता है। इन्हीं दोनों गुणों के कारण चूने के पत्थर के क्षेत्र में कास्ट-भूदृश्य विकसित होता है। इसकी विस्तृत विवेचना तेरहवें प्रकरण में की गई है।

दृश्य के विकास में अपक्षरण के अभिकर्ता का भी विशेष प्रभाव पड़ता है। उदाहरणार्थ, हिमनदियों के प्रकरण में हमने यह ज्ञात किया कि हिमनदियों से



चित्र १३९—श्री डब्ल्यू० एम० डैविस

प्रभावित प्रदेशों में पाई जाने वाली घाटियाँ U आकृति की होती हैं और पर्वत नुकीले होते हैं। अतएव हम किसी दृश्य को देखकर यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि उनका निर्माण किस अभिकर्ता की क्रिया से हुआ है।

संक्षेप में किसी दृश्य का विकास मुख्यतः तीन प्रतिकारकों के अनुसार होता है—(१) संरचना (Structure) (२) अपक्षरण अथवा निक्षेपण का अभिकर्ता तथा (३) विकास-क्रम की अवस्था। अतएव डैविस की यह उक्ति उचित है—'भूदृश्य संरचना, प्रक्रिया एवं अवस्था का संयुक्त फल है।'^१

२. भौम्याकारिकी (Geomorphology) में अपक्षरण चक्र की महत्ता

पॉवेल, गिलबर्ट प्रभृति विद्वानों ने अपक्षरण-चक्र के विषय में मौलिक विचार

^१ 'Landscape is a function of structure, process and stage.'
—Davis

प्रकट किये थे, किन्तु उसे व्यवस्थित रूप देने का श्रेय डैविस ही को है। भौम्य-कारिकी जगत में डैविस और उनके अनुयायियों की देन अमूल्य है। इस सम्बन्ध में इतना कहना ही पर्याप्त होगा कि अपक्षरण-चक्र प्राकृतिक भूगोल के आधुनिक अध्ययन की आधार-शिला है।

‘अपक्षरण-चक्र’ के सिद्धान्त ने मृत पदार्थों में नवीन जीवन फूँक दिया है और नीरस विषय को सरस बना दिया है। अब हम जब किसी भूखण्ड को देखते हैं तो हमारे हृदय में यह भावना उठती है कि उसके जीवन का विकास हुआ है और हो रहा है। अभी तक हम लोग स्थलखण्डों का अध्ययन सरचना के आधार पर करते थे। अपक्षरण-चक्र ने हमें नवीन आधार प्रदान किया है। स्थलखण्डों का वर्गीकरण और अध्ययन अब हम जननिक (Genetic) आधार पर करते हैं। भूगोल को अपक्षरण-चक्र की अवधारणा की एक बहुमूल्य देन यह भी है कि उसने भूगोल-वेत्ता के कार्य को बहुत सक्षिप्त कर दिया है। इस अवधारणा के प्रस्तुतीकरण के पूर्व हमें जब किसी स्थल-खण्ड का वर्णन करना पड़ता था, तब हम उसके प्रत्येक अंग का चित्राकन करते थे। अब यदि हमें केवल इतना बतला दिया जाता है, कि अमुक प्रदेश की प्रौढावस्था है, तो हम उसके विषय में सब कुछ जान लेते हैं।

३ ‘अपक्षरण चक्र’ की बाधाएँ

अपक्षरण-चक्र के क्रमिक विकास में कभी-कभी निम्नलिखित कारणों से बाधा पड़ जाती है —

- (१) भूपर्पटी की गतियाँ
- (२) ज्वालामुखीय प्रक्रिया
- (३) जलवायु के परिवर्तन

(१) भूपर्पटी की गतियाँ

यदि भूपर्पटी की गति के कारण कोई क्षेत्र नीचे धँस जाता है, जिससे उसका धरातल अपने आधार-तल (Base Level) के निकट पहुँच जाता है, तो उससे भविष्य में सम्पन्न होने वाले अपक्षरण का कार्य घट जाता है और उसकी अवस्था में अकस्मात् परिवर्तन हो जाता है।

यह कथन निम्नलिखित उदाहरण से स्पष्ट होगा—

मान लीजिये किसी नदी की युवावस्था है। इस दशा में वह लम्बवत् अपक्षरण द्रुत-वेग से करेगी। अब यदि अकस्मात् उसका नितल नीचे धँस जाता है और वह उसके आधार-तल पर पहुँच जाता है, तो उसका लम्बवत् अपक्षरण समाप्त हो जाता है। अन्य शब्दों में उसकी वृद्धावस्था आ जाती है। मानव-जीवन में भी कभी-कभी इस प्रकार मानसिक आघात लगने से युवकों और युवतियों के बाल सफेद हो गए हैं, जो वृद्धावस्था का लक्षण है।

इसके विपरीत यदि भूपर्पटी की गति के कारण कोई स्थल-खण्ड अकस्मात् ऊपर उठ जाता है, तो उसकी अवस्था घट जाती है। यदि किसी ऐसी नदी का नितल जो आधार-तल पर पहुँच चुकी हो अकस्मात् ऊपर उठ जाता है, तो उसके लम्बवत् अपक्षरण की क्रिया पुन आरम्भ हो जाती है। अन्य शब्दों में नदी वृद्धावस्था से पुन युवावस्था में आ जाती है। मानव-जीवन में कायाकल्प (Rejuvenation) भी तो इसी प्रकार होता है।

(२) ज्वालामुखी की क्रिया

ज्वालामुखी की प्रक्रिया भी स्थलखण्डों के जीवन को प्रभावित करती है। इस सम्बन्ध में केवल एक उदाहरण पर्याप्त होगा—

मान लीजिये कोई नदी वृद्धावस्था में है अर्थात् उसका नितल आधार-तल के निकट पहुँच चुका है। अब ज्वालामुखी के उद्गार से उसकी घाटी पट जाती है और कालान्तर में लावा के निक्षेप पर पूर्वकालीन नदी के पथ के ठीक ऊपर नवीन नदी बहने लगती है। प्रकट है कि इस नवीन नदी में लम्बवत अपक्षरण द्रुत वेग से होगा क्योंकि उसकी युवावस्था है। इस प्रकार वृद्धा नदी युवती में परिणत हो जाती है।

(३) जलवायु के परिवर्तन

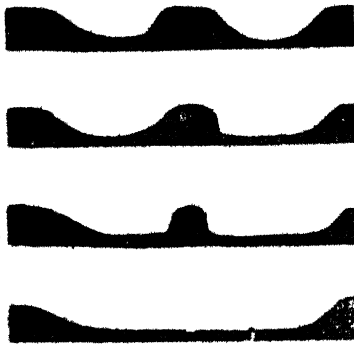
नदी की वृद्धावस्था में उसका लम्बवन् अपक्षरण समाप्त हो जाता है। मान लीजिये इस अवस्था के प्रात हो जाने पर जलवायु के परिवर्तनों के फलस्वरूप जल-वृष्टि की मात्रा बढ़ जाती है। नदी में पानी के आयतन के बढ़ जाने से लम्बवन् अपक्षरण पुन आरम्भ हो जायगा। अन्य शब्दों में नदी का कायाकल्प हो जायगा अथवा वह वृद्धावस्था से पुन युवनावस्था में आ जायगी।

इसी प्रकार जलवायु के अकस्मात् शुष्क हो जाने में युवती नदी की वृद्धावस्था आ सकती है।

४ अपक्षरण के सामान्य चक्र का विकास (Development of Normal Cycle of Erosion)

अपक्षरण का कार्य वायु, हिमानी सागर-जल आदि सभी करते हैं किन्तु उनमें सबसे अधिक सामान्य अभिकर्ता बहता हुआ जल है। अतएव, हम बहने हुए जल के 'अपक्षरण-चक्र' को अपक्षरण का सामान्य चक्र (Normal cycle of erosion) कहते हैं।

किसी भी आकृति और संरचना के धरातल में अपक्षरण-चक्र आरम्भ हो सकता है, किन्तु हम विषय के सुगम प्रतिपादन के लिये धरातल का सरलतम रूप लेंगे। ऐसा धरातल समुद्र के गर्भ से ऊपर उठा हुआ मैदान है। इसके पृष्ठ में केवल वे विषमताएँ होंगी जो उसके मूल रूप में थीं। धीरे-धीरे इस धरातल पर वर्षा आदि के कारण प्रवाह-व्यवस्था (Drainage system) स्थापित होगी। आरम्भ में नदियाँ पृष्ठ की विषमताओं अथवा पूर्ववर्ती ढाल के अनुरूप प्रवाहित होगी। इस प्रकार अनुगामी नदियाँ और घाटियों का विकसित होना अपक्षरण-चक्र की प्रथम अवस्था है।



चित्र १४०—अन्तरापों के पतन की विभिन्न प्रावस्थाएँ

नदियों के मध्य के उभार जिन्हें अन्तराप (Interfluvium) कहते हैं आरम्भ में चौड़े होंगे और उनकी चोटियाँ भी विस्तृत होंगी। पारिस्विक अपक्षरण के कारण जैसे-जैसे नदियों की घाटियाँ चौड़ी होती जायेंगी, वैसे-वैसे ये उभार भी सकीर्ण होते चले जायेंगे और उनकी चोटियाँ भी सकरी होती चली जायेंगी। कालान्तर में, धरातल की आरम्भिक अवस्था के सभी चिन्ह लुप्त हो जायेंगे। जब ऐसी अवस्था आ जाती

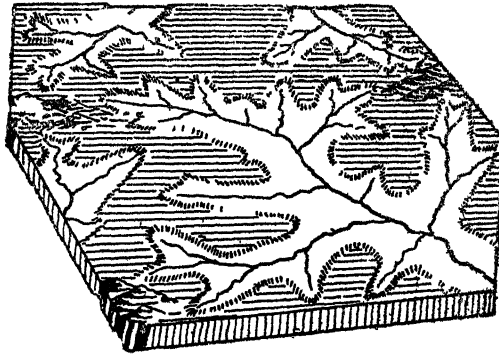
है, तब हम यह कहते हैं कि अपक्षरण-चक्र की प्रौढावस्था (Maturity) आ गई। इस अवस्था का जल्दी अथवा देर से आना निम्नांकित प्रतिकारको पर निर्भर है—

(१) नदियों की पारस्परिक दूरी—यह जितनी कम होगी प्रौढावस्था उतनी जल्दी आयगी।

(२) सहायक नदियों का विकास—सहायक नदियाँ जितने बेग से बढ़ेंगी, प्रौढावस्था उतनी ही जल्दी आयगी। सहायक नदियों का विकास जलवायु एवं शिलाओं की संरचना पर निर्भर है। वर्षा के अधिक होने और शिलाओं के कोमल होने से अपेक्षाकृत अधिक सहायक नदियाँ बनती हैं।

यहाँ पर यह उल्लेखनीय है, कि अपक्षरण की प्रौढावस्था और प्रवाह-व्यवस्था की अनुक्रमण-अवस्था एक ही वस्तु नहीं है। प्रवाह-व्यवस्था की अनुक्रमण अवस्था आ जाने का अर्थ यह होता है कि मुख्य एवं सहायक नदियों ने आधार-तल (Base-Level) को प्राप्त कर लिया है। सामान्यतः अपक्षरण-चक्र की प्रौढावस्था में यह कथन सही होता है, किन्तु सदैव नहीं।

अपक्षरण-चक्र की आरम्भिक अवस्था में जलवायु अथवा अन्य कारणों से थोड़े बहुत विभेदन ही भी सकते हैं, किन्तु इसकी अन्तिम अवस्था में भूदृश्य सर्वत्र एक सा होता है। घिसते-घिसते पर्वत लगभग समतल हो जाते हैं, उनके ढाल मन्द पड़ जाते हैं और उनमें कठोर शिलाओं के अवशिष्ट भाग टीलों का रूप ग्रहण कर लेते हैं। अपक्षरण-चक्र की अन्तिम अवस्था के धरातल के इस रूप को डैविस ने समतलप्राय (Peneplain) का नाम दिया है। उस पर स्थित टीले मौनैडनौक (Monad-rocks) कहलाते हैं।



चित्र १४१—समतलप्राय

बारहवाँ परिच्छेद

भूरूप के विकास में जलवायु का प्रभाव

यह तो पूर्व में उल्लेख ही चुका है कि भूदृश्य शिलाओं की मरचना, अपक्षरण के अभिकर्ता और भूखण्ड की अवस्था का मयुक्त फल है। उनके अनिश्चित जलवायु का भी भूदृश्य के विकास में महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इस अध्ययन के लिये हम पृथ्वी को निम्नांकित प्रदेशों में बाँट लेंगे—

(१) विषुवतीय एवं मानसूनी प्रदेश—इसमें तापक्रम अधिक रहता है और वर्षा भी बहुत होती है।

(२) उष्णप्रदेशीय शुष्क प्रदेश—इसमें तापक्रम अधिक रहता है किन्तु वर्षा कम होती है।

(३) शीतोष्ण प्रदेश—इसमें तापक्रम और वर्षा दोनों ही न बहुत अधिक होते हैं और न बहुत कम ही।

(४) ध्रुवीय प्रदेश—इसमें तापक्रम बहुत कम होता है। वर्षा हिमवृष्टि के रूप में होती है।

(१) विषुवतीय प्रदेश

विषुवतीय प्रदेश में अत्यधिक वर्षा होती है और वनस्पति भी सुप्रचुर होती है। तापक्रम सदैव ऊँचा रहता है। उष्णता, आर्द्रता और पेड़-पौधों एवं पत्तियों के सड़ने से बने अम्लों के कारण शिलाओं का क्षरण वेग से होता है। यही कारण है कि इन प्रदेशों में भूमि का स्तर, जो क्षरित शिलाओं से बना होता है, काफी मोटा होता है। इन क्षेत्रों के पूर्ण विकसित भूखण्ड जो अधिकतर अनावृत होते हैं बड़ी शीघ्रता से नष्ट होते हैं और उनकी नोके घिस कर गोल होने लगती हैं। वनस्पति के घने आवरण के कारण अवद्ध पदार्थ सरलता से नहीं हटता और जल प्रवाह की व्यवस्था होते हुए भी पर्वतों के ढाल उन्नतोदर होते हैं।

(२) उष्ण प्रदेशीय शुष्क प्रदेश

उष्ण प्रदेशीय मरस्थलों में जल का अभाव होता है। इन प्रदेशों में वनस्पति भी नहीं पाई जाती। पेड़ों की जड़ों के कारण ही भूमि के कण परस्पर सम्बद्ध रहते हैं। वनस्पति के न होने से वे अवद्ध हो जाते हैं। अवद्ध शिलाकण सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाये जा सकते हैं। अतएव इन प्रदेशों में वायु द्वारा अपक्षरण और परिवहन बहुत होता है। शिलायें मुख्यतः तापक्रम के विभेदन के कारण नष्ट होती हैं। टूटी हुई शिलाओं के टुकड़े नुकीले होते हैं और पर्वतों का धरातल विषम होता है। वर्षा, वायु और गुरुत्वाकर्षण द्वारा अवद्ध पदार्थ नीचे चला जाता है और गड्ढों में भर जाता है। उसे समुद्र तक पहुँचने के लिये कोई भी साधन सुलभ नहीं होते क्योंकि इन प्रदेशों में नदियाँ तो होती नहीं हैं। अवद्ध शिलाकणों से टीले और निचली पहाड़ियाँ कभी-कभी पूर्णतः ढक जाते हैं और केवल ऊँचे पहाड़ों की चोटियाँ ही इनसे

अनावृत रहती है। तापक्रम के विभेदन के कारण अबद्ध शिलाकण और भी टूटते रहते हैं और फिर वे वायु द्वारा विस्तृत मैदानो मे बिखरा दिये जाते हैं। इन प्रदेशो का मुख्य लक्षण अबद्ध शिला-कणो से निर्मित विस्तृत मैदान है, जिनमे अर्ध-चन्द्राकार एव अन्य आकृतियों के बालू के टीले पाये जाते हैं। इनकी विस्तृत विवेचना 'वायु का कार्य' शीर्षक प्रकरण मे की गई है।

(३) शीतोष्ण प्रदेश

इन प्रदेशो मे जहाँ कहीं भी सामान्य वर्षा होती है, वहाँ अपक्षरण का अधि-काँश कार्य नदियो द्वारा सपन्न होता है। ऋतुक्षरण मुख्यत दो रीतियो से होता है (१) यांत्रिक क्रिया—यह पाला अथवा तुषार द्वारा सपन्न होती है। (२) रासायनिक क्रिया अथवा घोल की क्रिया—जब पानी मे कार्बन डाइऑक्साइड घुली होती है, तब उसमे चूने का पत्थर सरलता से घुल जाता है। इसके अतिरिक्त अनेक शिलाये घुलनशील होने के कारण यो ही पानी मे घुल जाती है। जिन क्षेत्रो मे यांत्रिक अपक्षरण अधिक होता है, उनका श्वरातल विषम हो जाता है और उनमे कटे फटे उच्छैल (Clags) बहुत पाये जाते हैं। इसके विपरीत जिन क्षेत्रो मे घोल का कार्य अधिक होता है, उनमे गोल धरातल अस्तित्व मे आ जाता है। दोनो ही दशाओ मे नदियाँ अबद्ध पदार्थ को समुद्र मे बहा ले जाती है। जलप्रवाह के कारण पर्वतो के पाद्वर् नतोदर होते हैं। पर्वतो के शिखर नुकीले और कटे फटे होते हैं क्योकि वहाँ तुषार के कारण यांत्रिक अपक्षरण बहुत होता है, दूसरी ओर निचले प्रदेशो मे जहाँ घोल का कार्य अधिक महत्वपूर्ण होता है, गोल आकृति के टीले अस्तित्व मे आ जाते हैं।

(४) ध्रुवीय प्रदेश

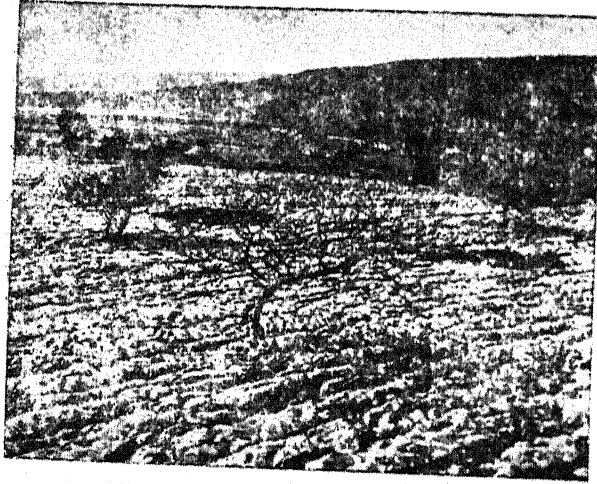
ध्रुवीय प्रदेश हिमच्छादित होते हैं। इनमे ग्रीष्म ऋतु के अतिरिक्त जल का पृष्ठ-प्रवाह कभी नहीं होता। शिलाओ के क्षरण की क्रिया तापक्रम के विभेदन और पाला के कारण होती है। वनस्पति के अभाव मे पवन द्वारा अनावृतीकरण बहुत होता है। अतएव अनेक दृष्टियो मे इन क्षेत्रो का भूरूप उष्णप्रदेशीय मरुस्थलो से मिलता-जुलता है। उदाहरणार्थ पहाडियाँ वैसी ही ढालू होती हैं और निचले प्रदेशो मे भी वैसे ही अबद्ध पदार्थ के निक्षेप पाये जाते हैं। भूरूप के विकास मे हिमपात की मात्रा का भी बहुत प्रभाव पडता है। यदि हिमवृष्टि अधिक होती है, जैसे ग्रीनलैण्ड मे तो समस्त प्रदेश हिमस्तर से ढक जाता है अथवा हिमनदियाँ पर्वतो से तट की ओर प्रवाहित होती हैं, जिससे हिमानीकृत भूदृश्य (Glaciated Topography) अस्तित्व मे आ जाता है। इसकी विस्तृत विवेचना हिमनदियो के प्रकरण मे की गई है। इन प्रदेशो मे पर्वतो की चोटी नुकीली होती है, जिसे शृंग (Horn) कहते हैं। यह नुकीला-पन पाले की क्रिया का ही फल है।

तेरहवाँ परिच्छेद कार्स्ट भूदृश्य (KARST TOPOGRAPHY)

(१) भूमिका

चूने के पत्थर (Limestone) में दो ऐसे विशेष गुण होते हैं, जिनके कारण उसमें विशेष प्रकार का दृश्य विकसित होता है :—

- (१) वह ऐसे जल में जिसमें कार्बन डाइ ऑक्साइड घुली हो, घुल जाता है।
- (२) उसमें लम्बवत् सन्धियों (Vertical Joints) की सुन्दर व्यवस्था होती है।



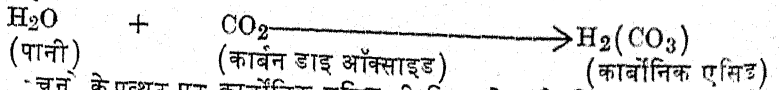
चित्र १४२—चूने के पत्थर का प्रदेश
इनमें कार्स्ट भूदृश्य विकसित हो है

भूमिगत जल के सन्दर्भ में उपर्युक्त दोनों गुण महत्वपूर्ण हैं। अन्य शब्दों में "चूने के पत्थर के क्षेत्रों की संरचना और वहाँ के जल-विज्ञान (Hydrology) में बड़ा घनिष्ट संबंध है।"

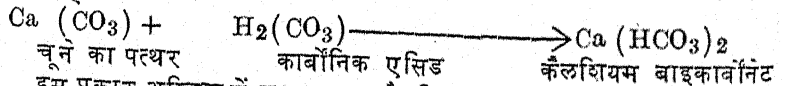
चूने के पत्थर दो प्रकार के होते हैं :—

(१) फ़ॉर, नावड़ एवं मणिभीय-

१. शुद्ध जल में चूने का पत्थर घुलनशील नहीं है। जब वर्षा-जल पृथ्वी पर गिरते समय वायुमण्डल से गुजरता है, तब उसमें वायुमण्डल में विद्यमान कार्बन डाई ऑक्साइड नामक गैस घुल जाती है। पानी में कार्बन डाईऑक्साइड के घुल जाने के निम्नलिखित रासायनिक प्रतिक्रिया के अनुसार कार्बोनिंक एसिड बन जाता है :—



चूने के पत्थर पर कार्बोनिंक एसिड की क्रिया से कैल्शियम बाइकार्बोनिंक बन जाता है :—



इस प्रकार अस्तित्व में आया हुआ कैल्शियम बाइकार्बोनिंक चूने के पत्थर की तुलना में तीस गुना घुलनशील है—शुद्ध जल तक में।

२ 'The morphology of limestone terrains is closely linked with their hydrology.'

कास्ट (Kaist) शब्द आस्ट्रिया के कास्ट जिले से बना है, जहाँ कास्ट भूदृश्य का पूर्ण विकास हुआ है।

(२) कोमल एव रन्धी—इनमें जो भूदृश्य विकसित होता है, उसे 'चाक' (Chalk) की सजा दी गई है।

(२) कास्ट भूदृश्य के उदाहरण

योरप में डिनारिक आल्प्स के क्षेत्र में कास्ट-भूदृश्य का सुन्दर विकास हुआ है। यह प्रदेश ५० मील चौड़ा और ८००० फुट ऊँचा है और इस्ट्रियन प्रायद्वीप के द० पू० में यूगोस्लाविया होता हुआ एट्रियाटिक सागर के तट पर फैला हुआ है।



इस प्रदेश में पृष्ठ-प्रवाह (Surface Drainage) प्रायः नगण्य है, केवल एक नदी नैरेण्टा है।

कास्ट भूदृश्य के अन्य उदाहरण निम्न लिखित हैं—

संयुक्त राज्य अमरीका — कैण्टुकी, वरजीनिया, मध्य टैनेसी, न्यू मैक्सिको, फ्लोरिडा।

चित्र १४३—एट्रियाटिक तट पर कास्ट भूरूप श्रेणी, भेडाघाट (जबलपुर), रोहतास का पठार, कर्नूल (मद्रास), काँगडा की घाटी, कश्मीर में मध्य हिमालय।

भारतवर्ष—किरथर

द० पू० एशिया—उत्तरी मलाया

यूरोप—आल्प्स, जूरा अपेनाइन पर्वत, सेण्ट्रल मासिफ (फ्रांस)

(३) कास्ट के भूदृश्य के प्रमुख लक्षण

(१) ऐसे प्रदेशों में जहाँ चूने का पत्थर नग्न अथवा अनावृत रूप में पाया जाता है, लम्बवत् सन्धियों घोल के कारण चौड़ी हो गई हैं। यह तो पूर्व में उल्लेख ही चुका है कि चूने का पत्थर ऐसे जल में जिसमें कार्बन-डॉइ-आक्साइड घुली हो, घुल जाता है। वर्षाजल जब वायुमंडल से गुजरता है, तब उसमें कार्बन-डॉइ-ऑक्साइड घुल जाती है। पृथ्वी के धरातल पर यही जल प्रवाहित होता है और चूने के पत्थर की संधियों को चौड़ा कर देता है। इस प्रकार कुण्ड (Dolme) अथवा निगिर-छिद्र (Sink holes) अस्तित्व में आ जाते हैं।

निगिर छिद्र



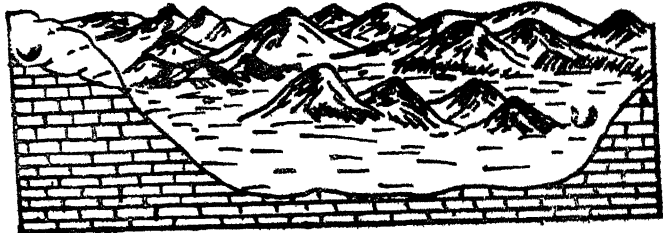
चित्र १४४—निगिर-छिद्र (Swallow holes)

(२) ऐसे प्रदेशों में जिनमें घोल की क्रिया चर्मावस्था को पहुँच जाती है, कूट और शिखरों का जटिल जाल पाया जाता है। ऐसे क्षेत्र को फ्रांसीसी भाषा में 'लैपीज' (Lapies) कहते हैं। चित्र १४५ में इसे प्रदर्शित किया गया है। चूने के पत्थर को घुलकर यह स्वरूप प्राप्त कर लेना स्वाभाविक ही है।



चित्र १४५—लैपीज (Lapies)

* (३) जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है चूने के पत्थर के प्रदेश में पृष्ठ की दरारें घोल के कारण प्रस्तारित होकर 'कुण्ड' का रूप ले लेती हैं। ये दो प्रकार के होते हैं—(१) बेलनाकार (Cylindrical) एवं (२) कौपाकार (Funnel



चित्र १४६—चूर्ण-कूटो (Hum) सहित राजकुण्ड (Polje)

shaped)। इन कुण्डों में पड़कर नदियाँ लुप्त हो जाती हैं। जब अनेक कुण्ड (Dolines) परस्पर मिल जाते हैं, तब जो वृहद निम्न अस्तित्व में आ जाते हैं, उन्हें हम सकुण्ड (Uvala) कहते हैं। सकुण्डों का व्यास एक मील तक पाया जाता

है। असाधारण रूप से बड़े उवालाओ अथवा सकुण्डो को राजकुण्ड अथवा पोलये (Polje) कहते हैं। उवाला मे पाये जाने वाले चूने के पत्थर के अवशिष्ट टीलो को चूर्णकूट (Hums) कहते हैं। भूपृष्ठ से अथवा निगिर-छिद्रो से भूमिगत कन्दराओ (Underground caves) को मिलाने वाली सुरगो को हम निसुरगा (Ponor) कहते हैं। Ponor शब्द सर्बियन भाषा का है। फ्रासीसी भाषा मे इसे 'अवेन्स' (Avens) कहते हैं। पोनर अथवा अवेन्स लम्बवत भी हो सकते हैं और तिरछे भी। चित्र १४७ मे इन्हे प्रदर्शित किया गया है।



चित्र १४७—निसुरगाओ द्वारा निगिर-छिद्रो का भूमिगत कदराओ से सम्बन्ध

(४) चूने के पत्थर के क्षेत्रो मे घोल की क्रिया के फलस्वरूप भूमिगत कन्दराये बहुत पाई जाती हैं। इनकी छतो से चूने के स्तम्भ लटका करते हैं। इन्हे हम आश्चुताश्म (Stalagmites) कहते हैं। इनके फर्श पर भी चूने के खम्भे पाये जाते हैं, जिन्हे हम निश्चुताश्म (Stalagmites) कहते हैं। छतो से लटकने वाले स्तम्भ पतले और लंबे होते हैं और फर्श पर बनने वाले स्तम्भ अपेक्षाकृत चौड़े और छोटे होते हैं। बहुधा छत से लटकता हुआ स्तम्भ फर्श के उठते हुए स्तम्भ से जुड जाता है।

आश्चुताश्म और निश्चुताश्म के बनने की क्रिया अत्यन्त सरल है। कन्दरा की छत से चूने का पानी च्यवित होता रहता है। कभी कभी छत पर लटकती हुई चूने के पानी की बूँद नीचे न गिरकर वही सूख जाती है। ऐसी अनेक बूँदो के परस्पर मिल जाने से आश्चुताश्म बन जाते हैं। जब बूँद नीचे गिरने मे समर्थ होती है, तब उससे निश्चुताश्म बनते हैं।

(६) संक्षेप मे, ऐसा क्षेत्र जिसमे कास्ट-भूदृश्य का पूर्ण विकास हुआ हो चूने के पत्थर के प्रदेश मे टीलो और गड्ढो का जालमात्र होता है। उसमे पृष्ठप्रवाह नहीं होता, केवल भूमिगत-प्रवाह होता है। ऐसे क्षेत्र में भूमिगत जल का पटल (Water-Table) क्षैतिज और समतल होता है तथा धरातल से काफी नीचे होता है। चूने के पत्थर के क्षेत्रो में भूमिगत नदियो की पूर्ण व्यवस्थाये पाई गई है, उदाहरणार्थ कैण्टुकी की मम्मथ नामक कन्दरा में इको (Echo) नदी। ये भूमिगत नदियाँ उन सभी प्राकृतिक नियमो का पालन करती हैं, जिनका पालन भूपृष्ठ की नदियाँ करती हैं। उदा-

हरण के लिये, इनकी घाटियाँ यात्रिक एव रासायनिक अपक्षरण के उन्ही सूत्रों के अनुसार चौड़ी होती है जिनसे धरातल की नदियाँ।

सामान्यतः चूने के पत्थर के विस्तृत क्षेत्रों में सरचना गकसी होती है, किन्तु कभी इसमें अपवाद भी पाये जाते हैं, अर्थात् उसमें अशुद्धियाँ (Impurities) होती हैं। ऐसी दशा में विशेष प्रकार के अवशिष्ट-निक्षेप (Residual Deposits) अस्तित्व में आ जाते हैं, उदाहरणार्थ दक्षिणी योरप में टैरा-रोसा (Terra-rossa) के निक्षेप। ये निक्षेप चूने के पत्थर में अशुद्धियों के होने से बने हैं।

(४) कार्स्ट प्रदेश में अपक्षरण-चक्र का विकास

(Development of cycle of erosion in a Karst Region)

आवश्यक दशायें—कार्स्ट-प्रदेश में अपक्षरण-चक्र आरम्भ होने के लिये यह आवश्यक है कि—

- (१) चूर्ण-प्रस्तर की मोटाई काफी हो।
तथा (२) चूर्ण- प्रस्तर में जल-पटल धरा-तल से काफी नीचे हो।

विधियाँ—कार्स्ट प्रदेश में अपक्षरण-चक्र का श्रीगणेश निम्नलिखित रीतियों से होता है -

(१) ऐसे क्षेत्रों में जहाँ शुद्ध चूने के पत्थर का मोटा स्तर पाया जाता है, पृष्ठ-प्रवाह से ही अपक्षरण-चक्र आरम्भ हो जाता है।

(२) ऐसे क्षेत्रों में जहाँ चूर्ण-प्रस्तर के ऊपर किसी अभेद्य शिला का आवरण होता है, पृष्ठ-प्रवाह द्वारा ऊपरी आवरण के भंग हो जाने पर अपक्षरण चक्र का श्रीगणेश होता है।

(३) ऐसे चूर्ण- प्रस्तर में जिसमें जल-पटल धरातल के निकट होता है, अपक्षरण-चक्र तभी स्थापित हो सकता है, जब वह भूपर्पटी की गति से अकस्मात् ऊपर उठ जाये और इस प्रकार उसका धरातल जलपटल से काफी ऊपर हो जावे।

प्रावस्थायें—कार्स्ट-प्रदेश में अपक्षरण-चक्र के विकास की विभिन्न प्रावस्थायें चित्र १४८ में दी गई हैं, जो क्रमशः इस प्रकार हैं —

- (१) आरम्भिक युवावस्था,
(२) उत्तरकालीन युवावस्था
(३) प्रौढावस्था
(४) वृद्धावस्था

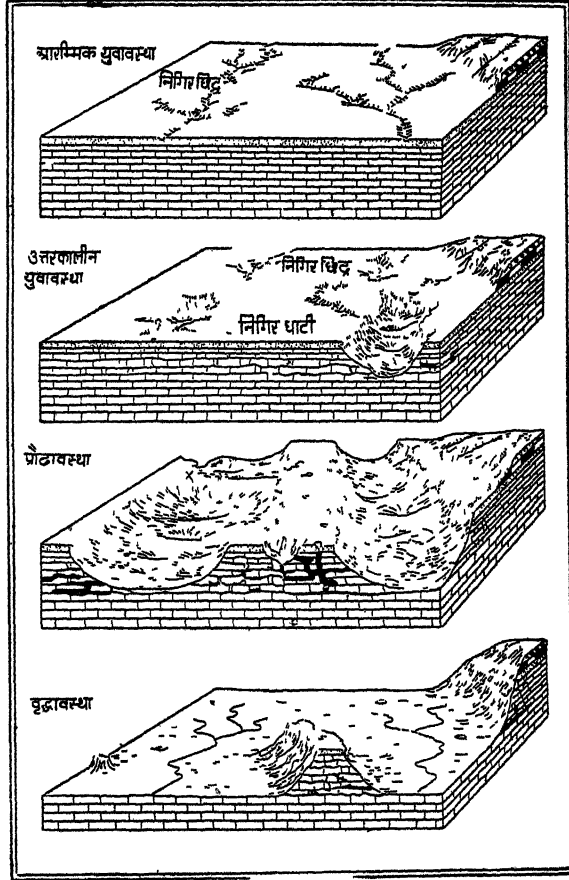
अब हम इन प्रावस्थाओं का विस्तृत अध्ययन करेंगे

आरम्भिक युवावस्था—प्रथम प्रावस्था आरम्भिक यौवन की है। चूने के पत्थर के क्षेत्र की भौतिकीय सरचना (Geological Structure) जटिल हो सकती है, किन्तु हम सुविधा के लिये सरल पठार का उदाहरण ले रहे हैं, जिसमें क्षैतिज स्तर है। चूने के पत्थर के ऊपर बालुकाश्म (Sandstone) का पतला आवरण है।

आरम्भ में धरातल का जलप्रवाह ढाल के अनुरूप होता है, जिससे वृक्षाकार प्रवाह-व्यवस्था (Dendritic Drainage System) अस्तित्व में आ जाती है। पृष्ठ-प्रवाह द्वारा बालुकाश्म का प्रस्तर क्रमशः घिसता रहता है।

उत्तरकालीन युवावस्था—ऊपरी बालुकाश्म का प्रस्तर धरातल के प्रवाह

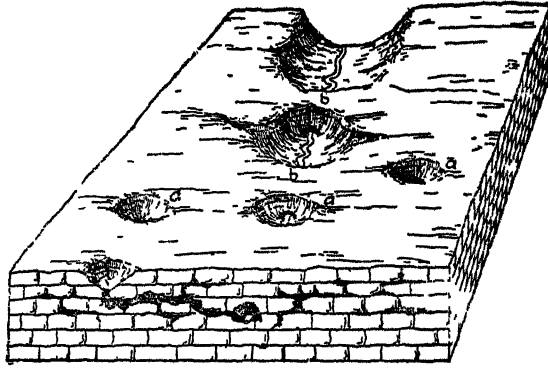
द्वारा धीरे धीरे घिसते घिसते कालान्तर में नष्ट हो जाता है और चूने के पत्थर का प्रस्तर अनावृत होकर प्रकट हो जाता है। जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, चूने के पत्थर में लम्बवत सन्धियाँ पाई जाती हैं। ये सन्धियाँ घोल की क्रिया से धरातल पर चौड़ी होती रहती हैं, जिससे निगिरछिद्र (Dolmes) अस्तित्व में आ जाते हैं। वास्तव में निगिर-छिद्र कार्स्ट भूदृश्य के अभिन्न अंग हैं। इनके माध्यम द्वारा प्रवाह का कुछ अंश भूमिगत-प्रवाह में विलीन हो जाता है, यद्यपि अधिकांश भाग पृष्ठ पर प्रवाहित होता है। अपक्षरण-चक्र की ज्यों ज्यों प्रगति होती रहती है, त्यों त्यों अधिकाधिक चूने का पत्थर घुलता जाता है और निगिर छिद्र गहरे होते जाते हैं। एक ओर भूमिगत-प्रवाह में अभिवृद्धि होती है और दूसरी ओर पृष्ठ-प्रवाह में ह्रास। निगिर-छिद्रों की संख्या और आकार में क्रमशः वृद्धि होती रहती है। अनेक निगिर छिद्रों के परस्पर मिल जाने से सकुण्ड (Uvala) बन जाते हैं। कहीं कहीं दो निगिर-छिद्रों के सुरंग द्वारा जुड़ जाने से प्राकृतिक सेतु (Natural Bridge) बन जाते हैं। पृष्ठ पर प्रवाहित होनेवाली नदियाँ सकुण्डों में गिरकर अकस्मात् लुप्त हो जाती हैं। इस प्रकार उल्टी लम्बवत घाटियाँ (Inverted Hanging Valleys) अस्तित्व में आ जाती हैं, जिन्हें 'अन्धी घाटियों' (Blind



चित्र १४८ चूर्ण-प्रस्तर से निर्मित पठार के जीवन की विभिन्न प्रावस्थाएँ

वृद्धि होती रहती है। अनेक निगिर छिद्रों के परस्पर मिल जाने से सकुण्ड (Uvala) बन जाते हैं। कहीं कहीं दो निगिर-छिद्रों के सुरंग द्वारा जुड़ जाने से प्राकृतिक सेतु (Natural Bridge) बन जाते हैं। पृष्ठ पर प्रवाहित होनेवाली नदियाँ सकुण्डों में गिरकर अकस्मात् लुप्त हो जाती हैं। इस प्रकार उल्टी लम्बवत घाटियाँ (Inverted Hanging Valleys) अस्तित्व में आ जाती हैं, जिन्हें 'अन्धी घाटियों' (Blind

Valleys) की सजा दी गई है। भूमिगत घोल की क्रिया से भूमिगत कन्दराये अस्तित्व में आ जाती है।



चित्र १४९—प्राकृतिक सेतु

प्रौढावस्था—उपर्युक्त विधियों से जब प्रायः सम्पूर्ण पृष्ठ-प्रवाह लुप्त हो जाता है, तब हमें यह समझना चाहिये कि अपक्षरण-चक्र प्रौढावस्था को प्राप्त कर चुका है। इस प्रावस्था में सकुण्डो के विकसित होने से तथा भूमिगत कन्दराओं की छतों के नष्ट हो जाने से निगिर-घाटियाँ (Sink Valleys) तथा राजकुण्ड (Poljes) बन जाते हैं। राजकुण्डों में अशुद्धियों के अवशिष्ट पुज चूर्ण-कूटो (Hums) का रूप ले लेते हैं। प्रौढावस्था में पृष्ठ-प्रवाह का स्थान प्रबल भूमिगत-प्रवाह ले लेता है। निगिर-घाटियों के पार्श्वों में कहीं कहीं झरने पाये जा सकते हैं, किन्तु उनका जल कुछ ही दूर बहकर लुप्त हो जाता है। कहीं कहीं घोल की क्रिया से बने कूट एव शिखर का जटिल जाल पाया जाता है, जिससे लैपीज (Lapias) कहते हैं।

वृद्धावस्था—वृद्धावस्था में पृष्ठ की विषमताये नष्ट होजाती है और चपटा धरातल प्रकट हो जाता है। यत्र तत्र अशुद्धियों के निक्षेप—चूर्ण-कूट (Hums) पाये जाते हैं। इस प्रावस्था में पृष्ठ-प्रवाह पुनः स्थापित हो जाता है। किन्हीं क्षेत्रों में वृद्धावस्था में नीचे की अभेद्य शिलाओं का पृष्ठ प्रकट हो जाता है। किन्हीं क्षेत्रों में नीचे का चूर्ण-प्रस्तर ही प्रकट होता है, ऐसी दशा में उसका विगुप्त धरातल जलपटल का समतल होता है तथा नीचे की शिलायें जल से सतृप्त (Saturated) होती हैं, जिससे पृष्ठ-प्रवाह नीचे नहीं जा पाता।

चौदहवाँ परिच्छेद

ग्रेनाइट भूदृश्य

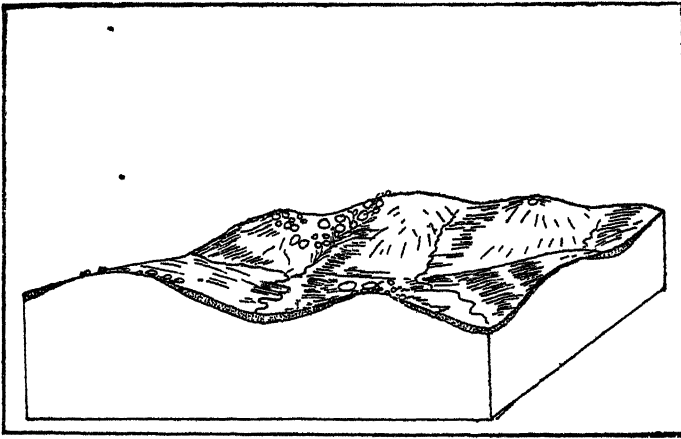
(GRANITE TOPOGRAPHY)

१ ग्रेनाइट का संक्षिप्त परिचय

ग्रेनाइट एक आग्नेय शिला का नाम है। यह शिला सामान्यतः सपुंजित रूपों (Massive Forms) में पाई जाती है। यह पूर्णतः मणिभीय होती है। खनिज संरचना की दृष्टि से इसमें स्फटिक (Quartz), फ़ैल्स्यार (Felspars) तथा उपखनिज (Accessory Minerals) पाये जाते हैं। स्फटिक १५ से ४० प्रतिशत तक होता है। फ़ैल्स्यारों में क्षार फ़ैल्स्यार अनुपात में सोडा लाइम फ़ैल्स्यार से अधिक होते हैं। उपखनिजों में बायोटाइट तथा हॉर्नब्लैंड अधिक सामान्य हैं। ग्रेनाइट शिलायें अधिकतर भूरे अथवा लाल रंग की होती हैं। इनका रंग खनिज संरचना पर निर्भर है। इनका औसत घनत्व लगभग २.७ है।

२ ग्रेनाइट भूदृश्य के लक्षण

(१) ग्रेनाइट प्रदेश की एक मुख्य विशेषता दृश्य की अभिन्नता है—भूरूप सर्वत्र एक ही सा दृष्टिगोचर होता है। बड़े आकार के रूपधेय बहुत कम होते हैं। प्रायः सर्वत्र गोल टीले अथवा पहाड़ियाँ बिखरी रहती हैं।



चित्र १५०—ग्रेनाइट भूदृश्य

(२) ऊँचे स्थानों पर तथा घाटियों के शीर्षों पर गण्डाश्म (Boulder) पाये जाते हैं। कुछ प्रदेशों में जैसे जबलपुर (मध्य-प्रदेश) में गण्डाश्म भूदृश्य की विशेषता ही नहीं वरन् उसके अभिन्न अंग भी है।

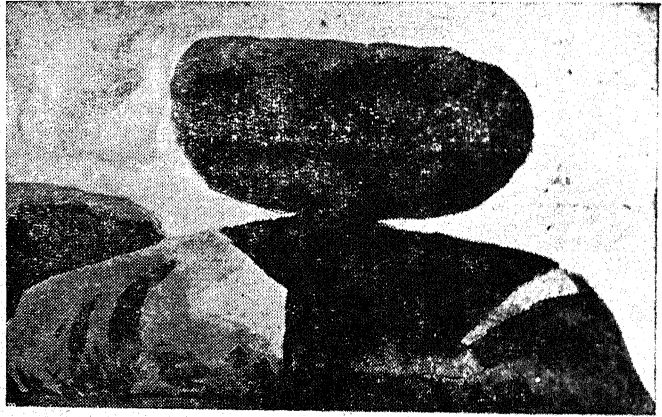
(३) ग्रेनाइट प्रदेश में जल की बहुलता होती है। झरने भी बहुत पाये जाते हैं। इन्हीं के अनुसार मानव-वसति निर्धारित होती है।

३. भारतीय उदाहरण

मध्य-प्रदेश (विशेषतः जबलपुर), छोटा नागपुर का पठार तथा हैदराबाद के अनेक भागों में ग्रेनाइट-भूदृश्य पाया जाता है। दक्षिणी भारत में यह भूदृश्य उन स्थानों में पाया जाता है जहाँ ग्रेनाइट-नाइस (Granite Gneiss) से बना नीचे का शिला स्तर धरातल पर प्रकट हो गया है।

४. ग्रेनाइट भूदृश्य के विकास के कारण

१—ग्रेनाइट प्रदेश में गोल टोले इसलिये पाये जाते हैं कि वहाँ की शिलायें टूटती रहती हैं और टूटी हुई शिला के टुकड़े ढाल के अनुसार नीचे खिसकते रहते हैं। चित्र १५१ से स्पष्ट होगा कि ग्रेनाइट निर्मित रेत का स्तर अन्य भागों की अपेक्षा घाटियों के नितल में काफी मोटा है। ग्रेनाइट में स्फटिक (Quartz) अम्रक (Mica) तथा स्फतीय (Feldspar) रहते हैं। स्फतीय पानी में घुलन-शील है। अतएव यद्यपि ग्रेनाइट शिला काफी कठोर होती है तथापि पानी के प्रविष्ट



चित्र १५१—ग्रेनाइट प्रदेश में पाये जाने वाले गण्डाश्म (Boulders) हो जाने से वह टूटती रहती है। टूटने की यह क्रिया शिला-पृष्ठ के सभी भागों में समान रूप से होती है, जिससे उसकी आकृति क्रमशः गोल होती जाती है।

२—अन्य शिलाओं की भांति ग्रेनाइट में भी दरारें पड़ जाती हैं। इन दरारों को प्रसन्धियाँ (Diaclasses) कहते हैं। ये दरारें बहुत सूक्ष्म होती हैं और तब तक दृष्टिगोचर नहीं होती जब तक विबन्धन (Decomposition) के कारण वे काफी चौड़ी नहीं हो जातीं। इन दरारों में प्रविष्ट होकर जल शिलाओं के टूटने में सहायक होता है। यही कारण है कि ग्रेनाइट प्रदेश में नष्ट होते हुए गण्डाश्म दिखाई देते हैं। बहुधा वे अपने ही-विनाश से बनी धूल में धँसे रहते हैं। टीलों पर और घाटियों में शिलाओं के नष्ट होने से बनी रेत-जल-प्रवाह के साथ बह जाती हैं, जिससे गण्डाश्म अकेले दिखाई देते हैं।

५ जलवायु का प्रभाव

यहाँ पर यह उल्लेख कर देना उचित होगा कि ग्रेनाइट प्रदेश में सबैव यही भूदृश्य नहीं पाया जाता, जिसका पूर्व में वर्णन हो चुका है। उस पर जलवायु का भी प्रभाव पड़ता है—

(१) ऊँचे पर्वतीय प्रदेशों में गोल टीले नहीं पाये जाते वरन् कटी-फटी चोटियाँ अथवा विशीर्ण शिखर (Rugged Peaks) पाये जाते हैं। इसका कारण यह है कि अनावृत शिला पर तापक्रम के विभेदन का प्रभाव पड़ता है। इसके अतिरिक्त प्रसन्धियो (Diaclasses) में प्रविष्ट पानी जब घनीभूत होता है, तब वह फैलता है। इस प्रकार शिला टूटती रहती है।

(२) उष्ण प्रदेशों में गोल टीले तो अवश्य पाये जाते हैं, किन्तु उनके ढाल अपेक्षाकृत अधिक प्रपाती होते हैं। प्रचण्ड सूर्यातपन एवं आर्द्रता के विभेदन से शिला टूटती रहती है और टूटे हुए शिलाखण्ड नीचे खिसक जाते हैं, जिससे ढाल प्रपाती होता जाता है।

पन्द्रहवाँ परिच्छेद

मैदान

(PLAINS)

१ परिभाषा

परिभाषा—भूपृष्ठ के ऐसे विस्तृत क्षेत्रों को जो सामान्यतः भाग समतल से ६०० फुट से कम ऊँचे होते और जिनका धरातल समतल अथवा लगभग समतल होता है, हम 'मैदान' कहते हैं।

२ उत्पत्ति और वर्गीकरण

मैदान तीन प्रकार से बनते हैं —

- (१) अपक्षरण द्वारा
- (२) सचयन द्वारा
- (३) भूपर्पटी की गतियों द्वारा

(१) अपक्षरण द्वारा मैदान का निर्माण

जब कोई पर्वत पूर्णतः घिस जाता है अर्थात् उसके ऊपर बहने वाली नदियाँ अपने आधार-तल (Base Level) पर पहुँच जाती हैं, तब वह मैदान जैसा प्रतीत होता है। इसे हम 'समतलप्राय' (Peneplain) कहते हैं। इसके निर्माण की विस्तृत विवेचना 'अपक्षरण'-चक्र (Cycle of Erosion) के प्रकरण में हो चुकी है। संक्षेप में, पर्वत अपक्षरित होकर मैदान में परिणत हो जाता है। ऐसे मैदान अथवा समतलप्राय में कठोर शिलाओं से निर्मित टीले, जो अपक्षरित होकर नष्ट नहीं होते, शेष रहते हैं। उन्हें हम मोनैडनोक (Monadnock) कहते हैं।

(२) सचयन द्वारा मैदान का निर्माण

अपक्षरण के विभिन्न अभिकर्ता (जैसे हिम, वायु, जल, आदि) जहाँ भूतल के एक भाग को घिसते हैं, वहाँ वे दूसरे भाग में इस घिसे हुए पदार्थ को संचित भी कर देते हैं। इस प्रकार सम्पन्न सचयन द्वारा कभी-कभी मैदान बन जाते हैं, जिन्हें हम 'सचयन के मैदान' कह सकते हैं। ज्वालामुखी के उद्गार से निकले हुए लावा के निक्षेप से भी मैदान अस्तित्व में आ जाते हैं। इनकी गणना भी 'सचयन के मैदानों' के अन्तर्गत की जा सकती है। सचयन के मैदानों के प्रमुख प्रकार निम्नांकित हैं —

- १ नदी द्वारा संचित मैदान
- २ हिमानी द्वारा संचित मैदान
- ३ वायु द्वारा संचित मैदान
- ४ झील के भराव से अस्तित्व में आये हुए मैदान
- ५ आग्नेय क्रिया द्वारा संचित मैदान

(१) नदी द्वारा संचित मैदान

ऐसे मैदानों को कछारी मैदान (Alluvial Plains) भी कहते हैं। नदी की रचना नदियों द्वारा लाये गये अवसाद से होती है। ससार के प्रमुख मैदान नी श्रेणी के हैं। उदाहरणार्थ भारतवर्ष में सिन्ध-गंगा का मैदान, चीन में ह्वागहो का मैदान, उत्तरी इटली में पो नदी का मैदान आदि।

बड़ी-बड़ी नदियाँ समुद्र में प्रतिवर्ष लाखों टन अवसाद जमा करती हैं जिससे उनका मुहाना भरता रहता है और कालान्तर में वह डेल्टा का भाग हो जाता है। इसी सर्भ में यह कहा गया है कि डेल्टा की प्रगति होती है (A delta advances) गंगा आदि नदियाँ इस प्रकार अपने डेल्टा के क्षेत्र की अभिवृद्धि कर रही हैं।

(२) हिमानी द्वारा संचित मैदान

जब हिमनदी पिघल जाती है, तब वह सभी पदार्थ जिसे वह अपने साथ परिवाहित करती रहती है, धरातल के निम्ननी में एकत्र हो जाता है। योरप का उत्तरी मैदान बहुत कुछ हिमानी-निक्षेप से निर्मित है। इसी प्रकार यदि पूर्वी इंग्लैंड से हिमानी के निक्षेप निकाल दिये जाँय तो उसका अधिकांश भाग सागर के गर्भ में चला जायगा। हिम नदियों के प्रकरण में उत्क्षालित स्थली (Outwash Plain) के निर्माण की विवेचना हो चुकी है।

(३) वायु द्वारा संचित मैदान

वायु द्वारा सम्पन्न निक्षेपण की क्रिया से भी मैदान बन जाते हैं। इसकी विस्तृत विवेचना 'वायु की क्रिया' शीर्षक प्रकरण में की गई है। चीन का लोयस प्रदेश इसका उदाहरण है।

(४) झील के भराव से मैदान की सृष्टि

कभी-कभी ऐसा होता है कि नदियों द्वारा लाये गये अवसादों से झीले भर जाती हैं और मैदान में परिणत हो जाती हैं। उत्तरी अमरीका में आज जहाँ प्रेरी का हरा भरा प्रदेश वर्तमान है, वहाँ किसी समय अगासिज (Agassiz) नाम की झील थी।

झीलो के सूख जाने से भी मैदान बन जाते हैं। कैस्पियन सागर के उत्तरी भाग के सूख जाने से इस प्रकार मैदान बन गया है।

(५) आग्नेय क्रिया द्वारा संचित मैदान

ज्वालामुखी के उदगार से जो लावा बाहर निकलता है वह धरातल के निम्ननी में भर जाता है और इस प्रकार कभी-कभी धरातल के पट जाने से मैदान बन जाते हैं। नेपिल्स के निकट विसूवियस ज्वालामुखी ने इसी प्रकार एक सुन्दर मैदान का सर्जन किया है।

लावा-निक्षेप के अपक्षरित पदार्थ के सचयन से भी मैदान बन जाते हैं। मिश्र को 'नील नदी की देन' (Gift of the Nile) कहा जाता है। वास्तव में उसे 'आग्नेय क्रिया की देन' (Gift of the Igneous Activity) कहना चाहिये। अबीसीनिया के लावा-क्षेत्र का अपक्षरण कर नील नदी मिश्र में उपजाऊ भूमि का सचयन करती है। नील नदी का कार्य तो केवल परिवाहक का है, वास्तविक दाना

तो आग्नेय-क्रिया है, अतएव मिश्र को आग्नेय-क्रिया की देन कहना चाहिये न कि नील नदी की देन।

(३) भूपर्पटी की गतियों के फलस्वरूप मैदान का निर्माण

कभी-कभी भूपर्पटी की गतियों के कारण महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) ऊपर उठ जाता है, जिससे तटीय मैदान अस्तित्व में आ जाते हैं। सयुक्त राज्य अमरीका का ६० फु० भाग इसी प्रकार बना है।

कभी-कभी भूपर्पटी की गतियों से झीलो का नितल ऊपर उठ जाता है और मैदान का रूप ले लेता है।

४ पृष्ठ की प्रकृति के अनुसार वर्गीकरण

इस दृष्टि से तृत्वर्था ने मैदानों को ४ श्रेणियों में विभाजित किया है—

(१) समतल मैदान (Flat Plain)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों के समतलों का अन्तर ५० फुट से कम होता है।

(२) विषम मैदान (Undulating plain)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों के समतलों का अन्तर ५० से लेकर १५० फुट तक होता है और ढाल नियमित होते हैं।

(३) टालेदार मैदान (Rolling plain)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों के समतलों का अन्तर १५० फुट से लेकर ३०० फुट तक होता है। इसमें ढाल प्रपाती हो सकते हैं।

(४) पहाड़ी मैदान (Rough dissected plain)—इसमें उच्चतम और निम्नतम स्थानों के समतलों का अन्तर ३०० फुट से लेकर ५०० फुट तक होता है। यह नदी-नालों के कारण कटा-फटा होता है।

५. मैदानों की मानवीय महत्ता

इतिहास के अध्ययन से विदित होता है कि सभ्यता का विकास मैदानों में ही हुआ है। ससार के सबसे अधिक धनधान्यपूर्ण एवं उन्नत प्रदेश मैदान ही हैं। ससार की सबसे अधिक जनसंख्या मैदानों में रहती है, ससार के सबसे बड़े नगर मैदानों में स्थित हैं, तथा कृषि उद्योग और यातायात के सर्वश्रेष्ठ केन्द्र मैदानों में ही हैं।

मानव-वसति (Human Settlement) की सुविधा

पर्वतों में खनिज और वनों की उपज भले ही प्रचुर परिमाण में प्राप्त हो किन्तु मानव-वसति के लिये वे सर्वथा अनुपयुक्त हैं। ससार की तीन-चौथाई जनसंख्या मैदानों में इसीलिये रहती है कि उसे वहाँ जीवन यापन की प्रत्येक सुविधा है। ससार के खाद्योत्पादन का ८०% से भी अधिक भाग मैदान प्रदान करते हैं।

कृषि की सुविधा

प्रायः प्रत्येक प्रकार के मैदान की भूमि उपजाऊ होती है। नदी द्वारा निर्मित सिन्धु-गंगा का मैदान, वायु द्वारा निर्मित चीन का लौयस प्रदेश, आग्नेय क्रिया की देन मिश्र का डेल्टा-क्षेत्र, झील के निक्षेप से निर्मित कैस्पियन सागर का उत्तरी भाग—सभी अत्यन्त उर्वर होने के कारण—कृषि के लिये विशेष अनुकूल हैं। कृषि की दृष्टि से मैदानों में एक सुविधा यह भी होती है कि वे समतल होते हैं, जिससे उनकी

भूमि अपक्षरित होकर बहने नहीं पाती प्रत्युत क्रमश एक के बाद दूसरा स्तर एकत्र होता रहता है। समतल होने के कारण उनमें सिंचाई की भी सुविधा होती है। सिन्ध-नागा के मैदान में नहरों का जाल सा बिछा हुआ है। यदि यह क्षेत्र मैदान न होता तो नहरों की स्थापना दुष्कर होती।

आवागमन की सुविधा

समतल होने के कारण मैदानों में सड़कें और रेलमार्ग सरलता से बनाये जा सकते हैं। अधिकांश मैदानों में नदियाँ तो होती ही हैं, वे प्राकृतिक आवागमन के पथ का कार्य करती हैं।

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है मैदान घनधान्य से सम्पन्न होते हैं, जिससे उनमें आक्रमण होते रहते हैं। आक्रमणकारियों को मैदानों में प्रविष्ट होने के लिये कोई भौतिक बाधा नहीं पड़ती क्योंकि वे समतल होते हैं। इस प्रकार मैदानों के माध्यम द्वारा जातियों, सभ्यताओं भाषाओं, और संस्कृतियों का परस्पर सम्मिलन होता रहता है।

सोलहवाँ परिच्छेद

पठार

(PLATEAUS)

१. परिभाषा

ऐसे चौड़े, प्रायः समतल और विस्तृत स्थलखण्ड को जो सागर पृष्ठ से ६०० फुट से अधिक ऊँचा हो हम पठार कहते हैं।

२ पठारों का वर्गीकरण

पठारों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है.—

- (१) उत्पत्ति के विचार से
- (२) पृष्ठ की प्रकृति के विचार से
- (३) स्थिति की विचार से
- (४) जलवायु के विचार से
- (५) आकृति के विचार से

(१) उत्पत्ति के विचार से वर्गीकरण

उत्पत्ति की दृष्टि से हम पठारों को मुख्यतः दो विभागों में विभाजित कर सकते हैं —

(१) सरल अथवा साधारण पठार—इस श्रेणी के अन्तर्गत वे पठार आते हैं, जिनका निर्माण किसी एक अभिकर्ता से हुआ हो जैसे—

(क) हिमानी-निर्मित पठार—इसका उदाहरण कश्मीर में पाये जाने वाले 'मार्ग' (Marg) है, जिनकी रचना अन्य हिमोढ (Terminal Moraines) से हुई है।

(ख) आग्नेय क्रिया द्वारा निर्मित पठार—इसके पुनः दो उपविभाग किये जा सकते हैं —

(1) अन्तर्वर्ती पठार (Intrinsic Plateaus)—इनका निर्माण भूपृष्ठ के नीचे होता है। कालान्तर में जब अपक्षरण द्वारा इनके ऊपर का जलज शिलाओं का आवरण नष्ट हो जाता है, तब ये प्रकट हो जाते हैं। उदाहरण—छोटा नागपुर का पठार।

(2) बहिर्वर्ती पठार—(Extrinsic Plateaus)—जब पृथ्वी के अन्दर का लावा आग्नेय क्रिया द्वारा भूपृष्ठ पर आकर पठार के रूप में संचित हो जाता है, तब उसे हम बहिर्वर्ती-पठार कहते हैं। उदाहरण—डैकन ट्रैप (Deccan-Trap)।

(ग) वायुनिर्मित पठार—ये पठार वायु के परिवाहन एव निक्षेपण से बनते हैं। रावर्ल्डपीडी का पोटवार नामक पठार इसका सुन्दर उदाहरण है।

(घ) जल द्वारा निर्मित पठार—नदियों समुद्र में अपने अवसाद एकत्र करती रहती हैं, जो कालान्तर में शिलाओं का रूप ले लेते हैं। कभी-कभी भूपर्पटी की गतियों के कारण ये शिलास्तर पठार के रूप में ऊपर आ जाते हैं। विन्ध्य का पठार इसका उदाहरण है।

(२) मिश्रित अथवा जटिल पठार—इनका निर्माण अनेक अभिकर्ताओं की संयुक्त क्रिया से होता है। उदाहरणार्थ—भारतवर्ष के दक्षिणी पठार में सभी प्रकार की शिलायें—आग्नेय जलज एव परिवर्तित पाई जाती हैं। इनके निर्माण के लिये आग्नेय क्रिया एव जल दोनों ही अभिकर्ता उत्तरदायी हैं।

(२) पृष्ठ की प्रकृति के अनुसार पठारों का वर्गीकरण

इस दृष्टि से डा० चिम्बर ने पठारों के दो विभाग किये हैं —

(१) उत्थली (Plateau)—इनका धरातल विषम होता है।

(२) गिरिप्रस्थ (Tableland)—इनका पृष्ठ समतल होता है।

(३) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण

इस दृष्टि से पठारों के अनेक विभाग किये जा सकते हैं, जैसे—

(१) अन्तर-पर्वतीय पठार (Intermont Plateaus)—ऐसे पठार चारों ओर से पर्वतों द्वारा घिरे होते हैं जैसे तिब्बत का पठार।

(२) पर्वतपट्टीय पठार (Piedmont Plateaus)—इन पठारों के एक ओर पर्वत होते हैं और दूसरी ओर मैदान अथवा सागर। उदाहरणार्थ दक्षिणी अमरीका का पैटागोनिया का पठार जो एण्डीज पर्वत और अटलॉटिक महासागर के मध्य में स्थित है।

(३) महाद्वीपीय पठार (Continental Plateaus)—ये सागर अथवा निचले प्रदेशों पर अकस्मात् ऊपर उठे रहते हैं और इनका क्षेत्रफल सहस्रों वर्ग मील होता है। उदाहरण—दक्षिणी अफ्रीका का पठार।



चित्र १५२—अन्तर्पर्वतीय पठार

(४) तटीय पठार (Coastal Plateaus)—ये तट पर स्थित होते हैं, जैसे भारतवर्ष में कारोमण्डल का पठार।

(४) जलवायु के अनुसार वर्गीकरण

जलवायु के विचार से पठारों के अनेक विभाग किये जा सकते हैं, जैसे—

(१) मरुस्थलीय पठार (Arid Plateaus)—रावलपिण्डी का पोटवार नामक पठार इसी श्रेणी का है। यह मरुस्थल में स्थित है।

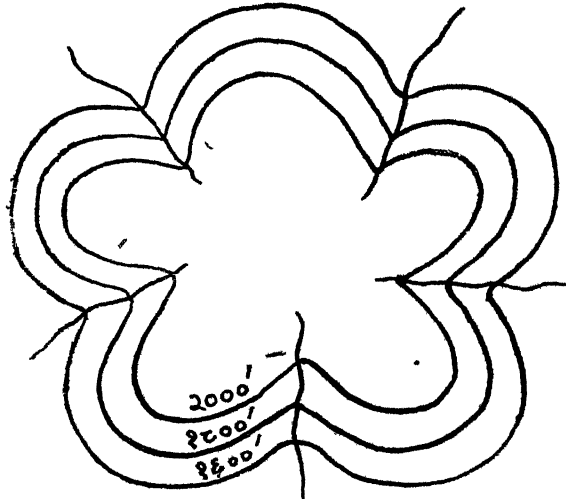
(२) आर्द्र पठार (Humid Plateau)—जो आर्द्र-जलवायु के प्रदेश में पाये जाते हैं। उदाहरण—आसाम का पठार।

(३) हिम पठार (Ice Plateaus)—ये ध्रुवीय जलवायु के प्रदेश में पाये जाते हैं। उदाहरण—ग्रीनलैण्ड का पठार। आदि आदि

(५) आकृति के अनुसार वर्गीकरण

इस दृष्टि से भी पठारों का विभाजन किया जा सकता है—जैसे—

(१) गुम्बदाकार पठार (Dome Shaped Plateaus)—इनका बाह्य पृष्ठ गुम्बद के सदृश गोलकाकार होता है। उदाहरण—छोटा नागपुर।



चित्र १५३—कटाफटा पठार (Dissected Plateau) पठार।

(२) कटे-फटे पठार (Dissected Plateaus)—ऐसे पठार नदी नालों से कटे होते हैं। चित्र १५३ से यह कथन स्पष्ट होगा। आसाम का पठार इसका सुन्दर उदाहरण है।

(३) सीढीदार पठार (Step like Plateaus)—जैसा कि इनके नाम से स्पष्ट है इनका धरातल सीढियों के अनुरूप होता है। उदाहरण—मिर्जापुर के दक्षिण में विन्ध्य का

(४) पुनर्युर्वीभूत समतलप्राय (Rejuvenated Peneplains)— इसकी व्याख्या अपक्षरण-चक्र के प्रकरण में ही चुकी है। अरावली प्रदेश इसका उदाहरण है। आदि आदि

३ पठारों की मानवीय महत्ता

लाभ

पठारों से मनुष्यों को अनेक लाभ हैं, जैसे—

(१) ससार के अनेक पठारों के अपक्षरण से प्राप्त भूमि कृषि के लिये बहु-मूल्य सिद्ध हुई है। दक्षिणी भारत का काली मिट्टी का प्रदेश कपास के उत्पादन के लिये आदर्श है।

(२) अनेक पठारों पर जल संचित किया गया है। भ्वाकृष्टि-नहरों (Gravity canals) द्वारा यह जल सिंचाई के कार्य में लाया जाता है।

(३) अनेक विषम एवं आर्द्र पठारों में (जैसे आसाम के पठार में) जलप्रपात पाये जाते हैं। इनसे विद्युत उत्पन्न की जा सकती है।

(४) आग्नेय क्रिया से निर्मित पठार आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं। उदाहरणार्थ भारतवर्ष के दक्षिणी पठार में अनेक बहुमूल्य खनिज जैसे—लोहा, सोना, मैंगनीज, आदि पाये जाते हैं।

(५) अनेक पठारों से इमारती पत्थर निकाले जाते हैं।

दोष

मानव-वसति के दृष्टिकोण से निम्नलिखित पठार व्यर्थ हैं —

- (१) जिनकी जलवायु अस्वास्थ्यकर हो
- (२) जिनकी भूमि उपजाऊ न हो
- (३) जो अत्यन्त कटे फटे हो
- (४) जो अत्यधिक ऊँचे हो

सत्रहवाँ परिच्छेद

पर्वत

(MOUNTAINS)

१ परिभाषा

ऐसे स्थलखण्ड को—

- (१) जो अपने चारो तरफ के क्षेत्र की अपेक्षा यथेष्ट ऊँचा हो
- (२) जिसकी चोटी का क्षेत्रफल आधार से कम हो और
- (३) जिसकी ऊँचाई पहाड़ी से अधिक हो, हम पर्वत कहते हैं। पहाड़ और पहाड़ी में केवल ऊँचाई का अन्तर है। पहाड़ी की ऊँचाई ३००० फुट से कम होती है और पहाड़ की अधिक।

२ पर्वतों का वर्गीकरण

पर्वतों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है—

- (१) उत्पत्ति के विचार से
- (२) आयु के विचार से
- (३) भौगोलिक व्यवस्था के अनुसार

(१) उत्पत्ति के विचार से पर्वतों का वर्गीकरण

उत्पत्ति के विचार से हम पर्वतों को चार भागों में बाँट सकते हैं —

- (१) भजित (Folded) पर्वत
- (२) इष्टिका (Block) पर्वत
- (३) ज्वालामुखीय पर्वत

तथा (४) अवशिष्ट पर्वत (Residual Mountains) अथवा अनावृत्तीकरण (Denudation) के पर्वत।

(१) भजित पर्वत (Folded Mountains)

पार्श्विक दबाव के कारण भूपर्पटी के मुड़ जाने से ये अस्तित्व में आ जाते हैं। इनके बनने की दो विधियाँ हैं — (१) कभी-कभी भूपर्पटी के दो विशाल खण्ड एक दूसरे के निकट आते हैं (२) कभी-कभी एक ही खण्ड दूसरे स्थायी खण्ड की ओर गतिशील होता है। भूपर्पटी की गतियों के प्रकरण में भजन (Folding) की विभिन्न प्रकारों की विवेचना हो चुकी है। पृथ्वी के इतिहास में कम से कम तीन ऐसे काल अवश्य हुए हैं, जिनमें भजित पर्वत-श्रेणियाँ अस्तित्व में आई हैं। भजित श्रेणियों के अन्तर्गत वे सभी पर्वत आ जाते हैं जो भजन के फलस्वरूप बने हैं— चाहे वे पुराने हो अथवा नवीन। हिमालय, आल्प्स, पियरेनीज आदि सभी भजित पर्वत-श्रेणियाँ हैं। जहाँ तक हिमालय की निर्माण-क्रिया का सम्बन्ध है, इस दशा में बल उत्तर की ओर से लगा और प्रायद्वीपीय भारत ने उसे रोका।

(२) इष्टिका पर्वत (Block Mountains)

भूपर्पटी की गतियों के प्रकरण में विभगन (Faulting) के वृत्त (Phenomena) की विवेचना हो चुकी है। उसी सन्दर्भ में 'होस्ट' (Horst) अथवा इष्टिका पर्वत (Block mountain) का भी उल्लेख हुआ है। 'होस्ट' दो सामान्य विभगो के बीच में ऊपर उठा हुआ स्थल-खण्ड है। यह दो रीतियों से बनता है—(१) या तो विभगो के बीच का स्थल-खण्ड उठ जाता है या (२) विभगो के बाहर के स्थल-खण्ड नीचे धँस जाते हैं। स्पष्ट है, कि इष्टिका पर्वत (Block mountain) के किनारे ढालू होंगे।

(३) ज्वालामुखीय पर्वत (Volcanic Mountains)

ज्वालामुखी के उदगार से निकला हुआ पदार्थ उसके मुख के चारों ओर संचित हो जाता है और पर्वत का निर्माण करता है। ऐसे पर्वत का विस्तार और ऊँचाई लावा की प्रकृति पर निर्भर है। आम्लिक लावा में सिलिका (Silica) की मात्रा अधिक होती है, जिससे वह गाढा होता है अतएव वह दूर तक नहीं बह पाता। इसका उदाहरण मार्टिनिक का पेली नामक पर्वत है। इसके विपरीत क्षारीय लावा में सिलिका की मात्रा कम होती है, जिससे वह पतला होता है और दूर तक बह जाता है। इसके निक्षेपण से जो पर्वत बनते हैं, उनका ढाल बड़ा ही मन्द होता है। उदाहरणार्थ हवाई द्वीपसमूह में स्थित मोनालोआ नामक ज्वालामुखीय पर्वत का ढाल केवल ५° है, यद्यपि उसका व्यास १०० मील के लगभग है।

(४) अवशिष्ट पर्वत (Residual Mountains)

जब कोई क्षेत्र समुद्र के गर्भ से उठकर ऊपर आता है, तब उसे प्रकृति के विभिन्न अभिकर्ता जैसे वायु, हिम, जल आदि घिसना आरम्भ कर देते हैं। सभी शिलायें एक ही गति से नहीं घिसती हैं—कुछ शिलायें कठोर होती हैं और कुछ कोमल। परिणाम यह होता है कि कालान्तर में प्रदेश के कठोर भाग पर्वतों के रूप में अवशिष्ट रह जाते हैं और मृदुल भाग घिसकर घाटियों का रूप ले लेते हैं। महादेव, सतपुडा आदि ऐसे ही अवशिष्ट पर्वत हैं।

(२) आयु के विचार के पर्वतों का वर्गीकरण

पृथ्वी के भौमिकीय इतिहास में कम से कम तीन ऐसे युग अवश्य हुए हैं, जिनमें पर्वत बने हैं—

(१) कैलिडोनियन (Caledonian)—यह गिरि-निर्माण-काल सिलूरो-डिब्रो नियन (Siluro-Devonian) युग में हुआ। उत्तरी आयरलैण्ड, स्कॉटलैण्ड तथा स्कैंडिनेविया के पर्वत इसके अन्तर्गत हैं।

(२) अल्पायड, वैरिस्कन, आरमोरिकन अथवा हरसीनियन—यह गिरि-निर्माणकाल परमो-कार्बोनिफेरस (Permo-Carboniferous) युग में हुआ। इसके अन्तर्गत उत्तरी अमरीका का अपैलेशियन, इंगलैंड का पैनाइन्स, फ्रांस का सेन्ट्रल मासिफ, बोहेमिया का पठार, द० अफ्रीका की अन्तरीप श्रेणियाँ एव एशिया का अल्पाई पर्वत आदि आते हैं।

(३) टरशरी (Tertiary) अथवा अल्पाइन (Alpine)—जैसा कि नाम से स्पष्ट है यह गिरि-निर्माण काल तृतीयक युग (Tertiary Period) के आरम्भ में हुआ। आल्प्स, हिमालय, राँकी एण्डीज आदि पर्वत इसी के अन्तर्गत हैं। यह तो प्रकट ही है कि ये पर्वत सबसे कम आयु के हैं।

(३) भौगोलिक व्यवस्था के अनुसार वर्गीकरण

वौरसेस्टर ने पर्वतों का एक अन्य वर्गीकरण प्रस्तुत किया है, जो भौगोलिक व्यवस्था पर आधारित है। इसके अनुसार पर्वतों के निम्नलिखित भेद हैं —

(१) कॉर्डिलैरा (Cordilleras)

(२) प्रणालियाँ (Systems)

(३) श्रेणियाँ (Ranges)

(४) श्रखलाये (Chams)

(५) समूह (Groups)

तथा (६) एकाकी पर्वत (Isolated individual units)

(१) कॉर्डिलैरा (Cordilleras)

कॉर्डिलैरा एक सामान्य उच्च भूमि का प्रदेश है जो बहुत सी पर्वत-प्रणालियों (Systems) से बना होता है। इन प्रणालियों में उत्पत्ति और आयु की दृष्टि से बड़े अन्तर होते हैं। इसका उदाहरण सयुक्त राज्य अमरीका के उत्तर पश्चिम में स्थित कॉर्डिलैरा/पर्वत है।

(२) पर्वत प्रणाली (Systems)

पर्वत-प्रणाली बहुत सी ऐसी श्रखलाओं (Chams) और समूहों (Groups) से मिलकर बनती है, जिनकी उत्पत्ति और आयु में घनिष्ठ सम्बन्ध होता है। उदाहरण—अपैलेशियन प्रणाली।

(३) पर्वत श्रेणी (Ranges)

जब पर्वत लम्बी और सखरी पट्टियों में व्यवस्थित होते हैं तब हम उन्हें श्रेणी (Ranges) कहते हैं। आयु और उत्पत्ति की दृष्टि से ये परस्पर सम्बन्धित होती हैं। यह संभव है, कि शिखरों की संरचना में स्थानीय विभेदन हो, किन्तु सम्पूर्ण श्रेणी का भौम्याकारिकीय इतिहास (Physiographic history) एक सा होता है। उदाहरण—हिमालय।

(४) पर्वत समूह (Mountain groups)

अनेक उच्च-स्थलखण्ड ऐसे पर्वतों से मिलकर बनते हैं, जिनमें कोई व्यवस्था नहीं होती। ऐसे पर्वतों को पर्वत-समूह कहना ही उचित होगा। इसका एक सुन्दर उदाहरण सयुक्त राज्य अमरीका के सान जुआन पर्वत हैं, जो कौलैरेडो के द० प० भाग में स्थित हैं। इस प्रदेश का क्षेत्रफल कई सहस्र वर्ग मील है और इसमें कई सौ ऊँचे पर्वत हैं, किन्तु उनमें कोई व्यवस्था नहीं है। लाखों वर्ष पहले यह प्रदेश गुम्बद के रूप में उठा था, तदनन्तर ज्वालामुखीय शिखरों के हजारों फुट ऊँचे स्तर ने इसे ढक लिया और अन्त में नदियों एवं हिमनदियों ने इसे काटकर अव्यवस्थित पर्वत समूह का स्वरूप प्रदान कर दिया।

(५) पर्वत श्रृंखला (Mountain Chains)

उद्गम एव आयु की दृष्टि से असमान पर्वत जब लम्बी और सकरी पट्टियों में पाये जाते हैं, तब उन्हें हम पर्वत-श्रृंखला कहते हैं। श्रृंखला शब्द ज्वालामुखियों के लिये विशेषरूप से प्रयुक्त होता है जैसे हवाई, अल्पूशियन अथवा जापान के ज्वालामुखी।

(६) एकाकी अथवा एकलित पर्वत (Isolated Mountains)

अकेले इक्के-दुक्के पर्वत अपवाद की दशा में पाये जाते हैं। इनकी उत्पत्ति अधिकांशतः ज्वालामुखीय क्रिया अथवा विस्तृत अपक्षरण से होती है।

३. पर्वतों को मानवीय महत्ता

(Human importance of mountains)

पर्वतों से हानि और लाभ दोनों हैं। जहाँ मानव-वसति (Human Settlements) के लिये पर्वत अनुपयुक्त है, वहाँ वे प्राकृतिक साधनों के भव्य भण्डार हैं। पर्वतों के महत्व पर ग्रन्थ लिख जा सकते हैं। यहाँ पर केवल सकेत मात्र ही संभव है।

(१) प्रतिरक्षा (Defence)

पर्वतों से एक बड़ा लाभ यह है कि वे प्राकृतिक किले बन्दी के रूप में देश की रक्षा करते हैं। प्राचीनकाल में इस दृष्टि से इनका महत्व बहुत था। आधुनिक युग में विज्ञान ने इतनी उन्नति कर ली है, कि वे अवरोधक के रूप में अधिक प्रभावशाली नहीं रह गए हैं।

(२) जलवायु

पर्वतों का जलवायु पर बड़ा प्रभाव पड़ता है। इस सम्बन्ध में केवल एक उदाहरण पर्याप्त होगा। यदि भारतवर्ष के उत्तर में हिमालय पर्वत न होता, तो सिन्ध-गंगा का मैदान जो आज जगत के सबसे अधिक घनधान्यपूर्ण मैदानों में से एक है, मरुस्थल होता।

(३) आर्थिक महत्ता

पर्वतों से जलविद्युत, खनिज, लकड़ी एव वनों की विविध उपजे उपलब्ध होती हैं।

(४) स्वास्थ्य मनोरंजन एव अध्ययन के साधन

नैसर्गिक सौन्दर्य की अनुभूति के लिये प्रतिवर्ष सहस्रों व्यक्ति पर्वतों पर जाते हैं। कवियों, दार्शनिकों, एव कलाकारों को पर्वतीय दृश्यों से प्रेरणा मिलती है। भूगोलवेत्ताओं, भूगर्भवेत्ताओं एव प्राणीशास्त्रवेत्ताओं के लिये पर्वतों में अनुसन्धान का विशाल क्षेत्र पड़ा हुआ है। धनिक वर्ग के सुकुमार व्यक्ति मैदान की ग्रीष्मकालीन कड़ी धूप से घबराकर नैनीताल, मसूरी आदि में शरण लेते हैं। शिकारी शिकार के लिये और वैद्य जड़ी बूटियों की खोज में पर्वतों में भ्रमण करते हैं।

(५) कृषि एवं आवागमन के विचार से

धरातल के पथरीले एवं विषम होने के कारण पर्वतो मे कृषि का क्षेत्र बडा ही सीमित होता है। एक निश्चित ऊँचाई तक ही खेती सम्भव है, अधिक ऊपर (11)पक्रम इतना कम होता है कि कृषि किसी प्रकार भी सम्भव नहीं है। भूमि के अपक्षरण को रोकने के लिये पर्वतीय क्षेत्रो मे उत्तलो (Terraces) की व्यवस्था करनी पडती है। पर्वतीय प्रदेश के सीमित साधन वहाँ के निवासियो को परिश्रमी बना देते है।

पर्वतो मे आवागमन बडा कठिन होता है। पर्वतीय प्रदेशो मे सडके और रेल मार्ग बनाना दुष्कर एवं व्ययजन्य कार्य है। भारतवर्ष और ब्रह्मा के बीच मे पर्वतश्रेणियाँ होने से ऐसा कोई भी रेल मार्ग नहीं है जो इन मित्र राष्ट्रो को मिलाये।

(६) प्रथक्कारी प्रभाव (Isolating Influence)

पर्वतो के बीच मे आ जाने से लोग परस्पर सम्पर्क मे नहीं आ पाते। इसका एक सुन्दर उदाहरण मध्य योरप है जहाँ पर्वतो के बीच मे आ जाने से अनेक भाषायें विकसित हो गई है।

अट्टारहवाँ परिच्छेद

झीले

(LAKES)

१ परिभाषा

पृथ्वी के स्थलखण्डों के उन प्राकृतिक निम्ननों (Depressions) को, जिनमें पानी भरा रहता है, हम 'झील' कहते हैं।

२ वितरण

विषुवतरेखा से लेकर ध्रुवों तक प्रत्येक क्षेत्र और प्रत्येक जलवायु में झीले पाई जाती हैं।

३ विस्तार

विस्तार अथवा क्षेत्रफल की दृष्टि से झीले नैनीताल की झील से लेकर, जिसका



चित्र १५५—नैनीताल की झील

क्षेत्रफल केवल एक चौथाई वर्ग मील है, कैम्पियन सागर तक के आकार की, जिसका क्षेत्रफल १७०,००० वर्गमील है, पाई जाती है।

४ संसार की कुछ उल्लेखनीय झीलों

संसार की कुछ झीले स्थिति, आकृति, विस्तार अथवा गहराई की दृष्टि से उल्लेखनीय हैं। उत्तरी अमरीका की पाँच बृहद झीले—सुपीरियर, ह्यू रन, मिशीगन, एरी और ओण्टेरियो—भूमण्डल में सबसे महत्वपूर्ण झील-श्रृंखला का निर्माण करती

हैं। पेरू एव बोलिविया की टिटीकाका नामक झील ससार की बड़ी झीलों में मर्याद्व है। कैम्पियन सागर विस्तार में सबसे बड़ा है। साइबेरिया की बैकाल नामक झील सबसे अधिक गहरी है। सबसे अधिक निम्नतल की झील कृष्णमागर है। मुडान की चैंड नामक झील यद्यपि गहराई में केवल ८ से १२ फुट है, तथापि वह ऋतुओं के अनुसार पृष्ठ-विस्तार के विभेदन की दृष्टि से सबसे अधिक महत्वपूर्ण है। ग्रीष्म ऋतु में उसके जलपृष्ठ का क्षेत्रफल केवल १०,००० वर्ग मील रह जाता है, किन्तु वर्षा ऋतु में इसका विस्तार ५०,००० वर्ग मील हो जाता है।

अन्य दृष्टियों से भी कुछ झीलों का बड़ा महत्व है। उदाहरण के लिये भूगोल और भूगर्भ दोनों क्षेत्रों में दक्षिणी अफ्रीका की झीलों की उत्पत्ति विवाद का विषय रहा है। यह तो अब निश्चित हो चुका है, कि उनकी उत्पत्ति विभगन की क्रिया से हुई है, किन्तु य दार-घाटियों कैसे बना—इस सम्बन्ध में अनेक मत हैं। मनोरजन की दृष्टि से कश्मीर और स्विटजरलैण्ड की झीले अग्रगण्य हैं। इसके अनिश्चित अनेक झालों की ऐतिहासिक महत्ता है जैसे जैनेवा झील। इसका मुख्य कारण उनकी स्थिति है।

५. भारतीय झीलों

भारतवर्ष में झीलों का अभाव है; जो थोड़ी सी हैं भी, उनमें काँट भी ब्रह्म विस्तृत नहीं है।

कुछ प्रमुख भारतीय झीलों का परिचय नीचे दिया जा रहा है —

(क) अप्रायद्वीपीय भारत

(१) हिमालय प्रदेश

इस प्रदेश की झीलों में मानसरोवर सबसे अधिक महत्वपूर्ण है। इसका क्षेत्रफल लगभग २०० वर्ग मील है। सतलज और सिन्धु नदियाँ यहीं से निकलती हैं।

(२) कश्मीर की झीलों

कश्मीर की झीलों में वुलर और डल प्रमुख हैं। वुलर झील का क्षेत्रफल लगभग ४४ वर्ग मील है। इसमें झेलम नदी गिरती है और फिर बाहर निकल आती है। डल झील लगभग ५ मील लम्बी और २ मील चौड़ी है। यह श्रीनगर के पूर्व में स्थित है।

(३) कुमायूँ की झीलों

इनमें मुख्य निम्नलिखित हैं —

(१) नैनीताल—इसकी महत्ता इसी से प्रकट है, कि इस पर स्थित नगर का नाम भी नैनीताल पड़ गया है। यह नगर उत्तर प्रदेश की ग्रीष्मकालीन राजधानी है। इस नगर के सौन्दर्य का केन्द्र बिन्दु यहीं झील है। इसकी अधिक से अधिक लम्बाई चौड़ाई और गहराई क्रमशः लगभग ४॥ हजार फुट, १॥ हजार फुट और ८७ फुट है। दक्षिण-पश्चिमी किनारे को छोड़कर जहाँ से बलिया नदी निकली है—यह प्रायः सभी ओर से पर्वतों से घिरी है।

(२) भीमताल—कुमायूँ प्रदेश की यह दूसरी उल्लेखनीय झील है। यह काठ-गोदाम से ६ मील उत्तर की ओर स्थित है। इसकी आकृति त्रिभुज जैसी है। इसकी लम्बाई, चौड़ाई और गहराई क्रमशः लगभग ६ हजार, १॥ हजार और ८७

फुट है। इसके उत्तर में नौली गदना नामक एक छोटी नदी गिरती है और पूर्व से भीमताल गढ़ेरा निकलती है। इस झील में एक द्वीप भी है, जिसकी रचना ज्वालामुखीय शिलाओं से हुई है।

(३) नौकछिया ताल—भीमताल से २॥ मील दक्षिण-पूर्व में नौकछिया ताल है। इसके नाम की यही पृष्ठभूमि है, कि इसमें नौ कोने और नौ कछारे हैं। इसकी लम्बाई, चौड़ाई और ऊँचाई क्रमशः लगभग ३१०० फुट, २३०० फुट और १३० फुट है। प्रकट है, कि कुमायूँ की झीलों में यह सबसे अधिक गहरी है।

(४) सतताल—भीमताल के उत्तर-पश्चिम में सतताल नामक सात झीलों का एक वर्ग था, जिनमें से अब केवल तीन शेष रह गई हैं।

(ख) प्रायद्वीपीय भारत

प्रायद्वीपीय भारत में खारे और स्वच्छ जल की अनेक झीले हैं। इनमें लोनार, चिल्का और पुलिकट प्रमुख हैं।

(१) लोनार झील—बम्बई प्रदेश के बुल्दाना जिले में स्थित है। आकृति में यह वृत्ताकार है। इसका व्यास लगभग ६ फर्लांग है। इसकी गहराई लगभग ३०० फुट है। इसमें पाये जाने वाले लवण सोडियम कार्बोनेट और सोडियम बाइकार्बोनेट हैं, जो काँच बनाने के काम आते हैं।

(२) चिल्का झील—उड़ीसा प्रदेश की सबसे बड़ी झील है। इसका अधिकांश भाग पुरी जिले में पड़ता है। इसकी आकृति रूचिफलाकार (Pear shaped) है। इसकी लम्बाई लगभग ४५ मील है और क्षेत्रफल में ऋतुओं के अनुसार ३॥ सौ वर्गमील से लेकर ४॥ सौ वर्ग मील तक विभेदन होता है। इसकी औसत गहराई ५-६ फुट है। यह कहीं भी १२ फुट से अधिक गहरी नहीं है। इसकी उत्पत्ति के विषय में यह धारणा है कि पहले यह एक छोटी खाड़ी थी जो कालान्तर में बालू की जिह्वा (Spit) द्वारा सागर से पृथक हो गई है। एक सकरे जलमार्ग द्वारा यह सागर से अभी तक मिली हुई है।

(३) पुलिकट झील—यह मद्रास के तट पर स्थित है। वास्तव में यह एक उथला उपहृद (Lagoon) है। इसकी लम्बाई ३७ मील है। श्री हरिकोट द्वीप इसे सागर से पृथक करता है।

६ झीलों की उत्पत्ति

उत्पत्ति की दृष्टि से झीलों को सात विभागों में बाँटा जा सकता है —

१. भूपर्पटी की गतियों से बनी झीले

- (१) नवनिर्मित स्थलखण्ड की झीले
- (२) विभगन से बनी झीले
- (३) भजन से बनी झीले
- (४) निमज्जन से बनी झीले
- (५) स्थल-सर्पण से बनी झीले

२ ज्वालामुखीय झीले

- (१) लावा के विषम निक्षेपण से बनी झीले

- (२) लावा के बाँध से बनी झीले
(३) परिमृत ज्वालामुख मे पानी भर जाने से बनी झीले

३ नदी की क्रिया से निर्मित झीले

- (१) वृषभ-धनु-झीले (Ox-bow Lakes)
(२) शरावक झीले (Saucer Lakes)
(३) कछारी-व्यजन (Alluvial fans) के बाँध से बनी झीले
(४) लट्ठो के बाँध से बनी झीले
(५) डेल्टा की झीले

४ हिमानी निर्मित झीले

- (१) हिमोढ (Moraine) की झीले
(२) हिमानी के अपक्षरण से बनी झीले
(३) गड्ढो की झीले (Pit Lakes)
(४) चमकती हुई झीले (Glint Lakes)
(५) हिम के बाँध से बनी झीले
(६) हिमोढ के बाँध से बनी झीले

५. वायु की क्रिया से बनी झीले

- (१) बालुका-कूटो से बनी झीले
(२) प्लया (Playa) झीले
(३) विषम वायु-निक्षेप की झीले

६ घोल से बनी झीले

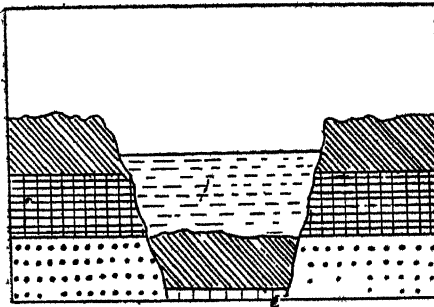
७ सागर-जल की गतियो से बनी झीले

अब हम इनकी विवेचना करेंगे—

१ भूपर्पटी की गतियो से बनी झीले

(१) नवनिर्मित स्थलखण्डो की झीले

जब सागर नितल का कोई भाग समुद्वर्तन (Diastrophism) के



कारण ऊपर उठता है, तब उमका धरातल सदैव समतल नही होना। प्राय उसमे कुछ गड्ढे होते हैं, जिनमे वर्षाजल भर जाता है। इस प्रकार झीले अस्तित्व मे आ जाती है। ऐसी झीले कम गहरी होती हैं। कारोमण्डल के तट पर इस प्रकार की अनेक झीले पाई जाती हैं।

चित्र १५६—दरारी झील

(२) विभगन (Faulting) से बनी झीले

कभी-कभी विभगन के फलस्वरूप दरार-धाटियाँ बन जाती हैं। जब उनमें पानी भर जाता है, तब वे झील का रूप ग्रहण कर लेती हैं। दक्षिणी अफ्रीका की झीले इसी प्रकार बनी हैं। नैनीताल के विषय में भी विद्वानों के एक वर्ग का यह कथन है, कि इस झील की उत्पत्ति विभगन से हुई है।

(३) भजन (Folding) से बनी झीले

जब दो दिशाओं में जो परस्पर समकोण बनाती हो, एक साथ ही भजन की क्रिया सम्पन्न होती है, तब दोनों की भजद्रोणियों (Synclines) के मिल जाने से निम्नन (Depression) बन जाता है। जब उसमें पानी भर जाता है, तो वह झील का रूप ले लेती है। स्विटजरलैण्ड की जैनेवा नामक प्रसिद्ध झील भजन का ही फल है।

(४) निमज्जन (Subsidence) से बनी झीले

कभी-कभी भूकम्प अथवा अन्य कारणों से भूपर्पटी का कोई भाग अचानक नीचे धँस जाता है। इस धँसे हुए भाग में पानी भर जाने से झीले बन जाती हैं। सन् १८१९ ई० में कच्छ के भूकम्प के समय स्थल का बहुत सा भाग नीचे धँस गया था। इसमें पानी भर जाने से एक बृहद् झील बन गई।

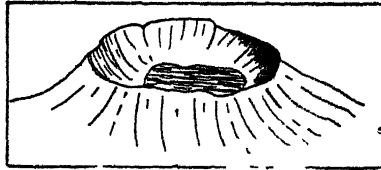
(५) स्थल सर्पण (Landslide) से बनी झीले

कभी-कभी स्थल-सर्पण द्वारा नदियों का प्रवाह अवरुद्ध हो जाता है और वे झील में परिभ्रत हो जाती हैं। उदाहरण-गढवाल की गोहना नामक झील।

२. ज्वालामुखीय झीले

(१) लावा के विषम निक्षेपण से बनी झीले—ज्वालामुखी के उद्गार से जो लावा भूपृष्ठ पर एकत्र हो जाता है, उसमें गड्ढे होते हैं, जिनमें पानी भर जाता है। इस प्रकार बहुत सी छोटी झीले बन जाती हैं। दक्षिणी भारत के लावा प्रदेश में ऐसी झीले पाई जाती हैं।

(२) लावा के बाँध से बनी झीले—जब ज्वालामुखी से निकलने वाला लावा नदियों की घाटी में जमा हो जाता है, तो पानी का बहाव रुक जाता है और झील बन जाती है। उदाहरणार्थ अबीसीनिया की टाना नामक झील ब्ल्यू नील के जल-प्रवाह के लावा-निक्षेप द्वारा अवरुद्ध हो जाने से बनी है।



चित्र १५७—क्रेटर झील

(३) परिमृत ज्वालामुख में पानी भर जाने से बनी झीले—परिमृत ज्वालामुखी (Extinct Volcano) के मुख (Crater) में पानी भर जाने से झील बन जाती है। उदाहरण—बरार की लोनार झील।

३ नदी की क्रिया से निर्मित झीले

(१) वृषभ धनु झीले (Ox-bow Lakes)

अपनी युवावस्था में नदियाँ जब समतल भूमि पर बहती हैं, तब उनमें प्रवाह-मोड (Meanders) बहुत बनते हैं। इन मोडों की मात्रा क्रमशः बढ़ती जाती है और अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब बाढ़ के समय नदी प्रवाह-मोड के पथ को छोड़कर सीधी बहने लगती है। इससे प्रवाह मोड के दो निकटवर्ती भाग परस्पर मिल जाते हैं और वृषभ-धनु की आकृति का अंश पृथक हो जाता है। इसे ही हम वृषभ-धनु झील (Ox-bow lake) कहते हैं। गंगा के मैदान में ऐसी झीले बहुत पाई जाती हैं।

२ शरावक झीले (Saucer Lakes)

जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, इनकी आकृति तश्तरी सदृश होती है। ये अस्थायी झीले होती हैं। जब कोई सहायक नदी मुख्य नदी के लगभग समानान्तर बहती है, तब बाढ़ के समय कभी-कभी उनका पानी पूरतटों (Levees) में फूटकर बीच के निचले क्षेत्र में एकत्र हो जाता है और झील का रूप ग्रहण कर लेता है।

३ कछारी व्यजन के बाँध से बनी झीले

पहाड़ी प्रदेशों में प्रवाहित होने वाली सहायक नदियाँ कभी-कभी अपने साथ इतना अधिक अवसाद लाती हैं कि उसे मुख्य नदी की धारा अपने साथ बहा ले जाने में असमर्थ होती हैं। सगम पर यह अवसाद व्यजन के रूप में एकत्र होता रहता है। इसे कछारी व्यजन (Alluvial fan) की सज़ा दी गई है। इसकी विवेचना पूर्व में ही चुकी है। इस अवसाद की मात्रा क्रमशः बढ़ती रहती है और उससे कभी-कभी मुख्य नदी का प्रवाह अवरुद्ध हो जाता है, जिससे झील बन जाती है। कश्मीर की पैंगकौंग झील इसी प्रकार बनी है।

४. लट्ठों के बाँध से बनी झीले

अधिक वर्षा वाले प्रदेशों में नदियों के तट पर घने जंगल पाये जाते हैं। जब नदी प्रवाह-मोड (Meanders) बनाती है, तब ये वृक्ष उखड़ जाते हैं और नदी के साथ बहने लगते हैं। धीरे-धीरे वृक्षों के ये लट्ठे एकत्र होने लगते हैं। इन लट्ठों के साथ बहुत सा अवसाद भी एकत्र हो जाता है और नदी के प्रवाह में रुकावट होने लगती है। इस प्रकार झील बन जाती है।

५. डेल्टा की झीले

डेल्टा प्रदेश में नदियों द्वारा लाई गई मिट्टी के अनियमित रूप से एकत्र होने के कारण उनके निम्नो में पानी भर जाता है। ऐसी झीले गंगा, महानदी, गोदावरी आदि नदियों के डेल्टा-प्रदेश में बहुत पाई जाती हैं।

४. हिमानी निर्मित झीले

(१) हिमोड (Moraine) की झीले

पूर्वकालीन हिमयुगों के हिमोड-निक्षेप के निम्नो में जल के संचित हो जाने से झीले बन गई हैं। ऐसी झीले प्रायः अनियमित आकृति की और लघु आकार की होती हैं। ससार की ९० प्रतिशत झीले इसी श्रेणी की हैं।

(२) हिमानी के अपक्षरण से बनी झीले

हिमनदियों के अपक्षरण से बने निम्नतो मे पानी भर जाने से झीले बन जाती है। उदाहरण—उत्तरी अमरीका की पाँच वृहद झीले। कुछ विद्वानो की यह धारणा है कि कुमायू की भीमताल नामक झील इसी प्रकार बनी है।

कभी-कभी हिमनदियों के अपक्षरण से भूपृष्ठ पर चायदानी (Kettle) की आकृति के गड्ढे बन जाते हैं। जब इनमे पानी भर जाता है, तब ये झील मे परिणत हो जाते हैं। इन्हे कुम्भगर्त झील (Kettle Lake) कहते हैं। हिमालय प्रदेश मे ऐसी अनेक झीले पाई जाती है।

(३) गड्ढो की झीले (Pit Lakes)

उत्क्षालित स्थली (Outwash Plain) मे स्थित बड़े-बड़े हिमखण्डो के पिघलने से ऐसी झीले बन जाती है। उदाहरण—उत्तरी अमरीका की पैचन झील (Patchen Lake)।

(४) चमकती हुई झीले (Glint Lakes)

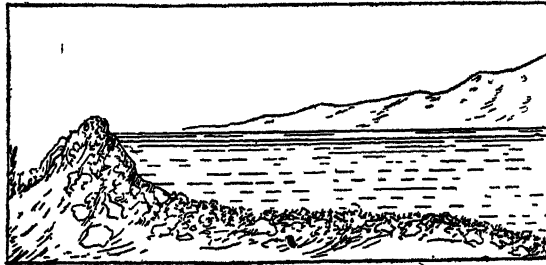
कभी-कभी महाद्वीपीय हिमनदी का प्रवाह, पथ मे पर्वत श्रेणी के आ जाने से, अवरुद्ध हो जाता है। यदि पर्वत श्रेणी मे कुछ सकरे निकास (Outlets) विद्यमान होते हैं, तो स्वभावत उनमे हिमानी का प्रवाह अपेक्षाकृत अधिक वेग से होता है। अतएव हिमनदी के अपक्षरण से वे अधिक गहरे हो जाते हैं और उनके पार्श्व हिम के प्रमाजंन (Polish) से चिकने हो जाते हैं जिससे वे चमकते रहते हैं। जब इनमे पानी भर जाता है, तब वे झील का रूप ले लेते हैं। उदाहरण—उत्तरी लैप्लैण्ड की टॉर्नेट्रास्क (Tornetrask) नामक झील।

(५) हिम के बाँध से बनी झीले

हिमानी भी कभी-कभी जल-प्रवाह के पथ मे बाँध का कार्य करती है, जिससे झीले बन जाती है। सिन्ध की सहायक नदी सियाक के मार्ग मे हिमानी का बाँध बन जाने से झील बन गई है।

(६) हिमोढ के बाँध से बनी झीले

छोटे-मोटे नदी-नालो का मार्ग कभी-कभी हिमोढ द्वारा अवरुद्ध हो जाता है, जिससे वे झील मे परिणत हो जाते हैं। उदाहरण के लिये कुमायू और पीर पञ्जाल की बहुत सी झीले हिमोढ का बाँध बन जाने से बनी है।



चित्र १५८—हिमोढ के बाँध से बनी झील

५ वायु की क्रिया से बनी झीले

(१) बालुका कूटो से बनी झीले

कभी-कभी नदी प्रवाह बालुका-कूटो से अवरुद्ध हो जाता है और तब झीले बन जाती है। फ्रांस के तटीय प्रदेश में इस प्रकार अनेक झीले बन गई हैं।

(२) प्लाय्या (Playa) झीले

मरुस्थलीय प्रदेशों के नमकीन दलदलो में वर्षा ऋतु में पानी भर जाने से अस्थायी झीले बन जाती हैं, जिन्हें 'प्लाय्या' कहते हैं। ग्रीष्म ऋतु में ये सूख जाती हैं।

(३) विषम वायु निक्षेप की झीले

कभी-कभी वायु द्वारा एकत्र निक्षेपों के निम्ननों में जल भर जाने से झीले बन जाती हैं। इस प्रकार निर्मित झीलों के कुछ उदाहरण राजस्थान में मिलते हैं।

(६) घोल से बनी झीले

कुछ क्षेत्रों में कठोर शिलाओं के मध्य में घुलनशील शिलायें विद्यमान रहती हैं। वर्षाजल द्वारा वे घुलता रहती हैं। उनके घुलने से उत्पन्न हुए निम्ननों में पानी भर जाने से झीले बन जाती हैं। उदाहरण—खासी जयन्तिया की झीले।

(७) सागरजल की गतियों से बनी झीले

कभी-कभी समुद्र की लहरों और धाराओं से निक्षेपित जिह्वा (Spit) अथवा सिकता-दण्ड (Sand bar) से नदी मुख अथवा सकरी खाड़ी बन्द होकर उपहृद (Lagoon) का रूप ले लेती हैं। नैलोर की पुलिकट झील तथा उड़ीसा की चिल्का झील इसी प्रकार बनी हैं।

७ झीलों का वर्गीकरण

झीलों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है —

- (१) उत्पत्ति की दृष्टि से
- (२) स्थिति की दृष्टि से
- (३) जल-संरचना की दृष्टि से

(१) उत्पत्ति की दृष्टि से

इसका उल्लेख ऊपर हो चुका है।

(२) स्थिति की दृष्टि से

स्थिति के विचार से झीलों के अनेक विभाग किये जा सकते हैं जैसे—

- (१) तटीय झीले—जैसे उड़ीसा की चिल्का झील
- (२) अन्तर्देशीय झीले—जैसे अफ्रीका की विक्टोरिया झील
- (३) पर्वतीय झीले—जैसे नैनीताल की झील
- (४) मरुस्थलीय झीले—जैसे साभर आदि।

(३) जल संरचना की दृष्टि से

जल-संरचना की दृष्टि से झीलों के तीन विभाग किये जा सकते हैं —

(१) अलवण जल (Fresh water) अथवा मोटे पानी की झीले—जैसे मानसरोवर।

(२) लवण जल (Saline water) अथवा खारे पानी की झीले—जैसे साभर।

(३) आलवण जल (Brackish water) अथवा कम खारे पानी की झीले—इनमें उपर्युक्त दूसरे विभाग की झीलों की तुलना में लवण की मात्रा कम होती है। उदाहरण—तिब्बत की कुछ झीले।

८ झीलों का आर्थिक महत्व

झीलो से अनेक लाभ हैं —

(१) बड़ी झीले अपने आसपास के प्रदेश का जलवायु समशीतोष्ण बनाने में सहायक होती हैं।

(२) नदियों के उद्गम के रूप में झीलों की महत्ता अत्यधिक है क्योंकि झीलों से निकली हुई नदियाँ सदाजलमय (Perennial) रहती हैं। न उनके सूखने की संभावना होती है और न ही उनमें बाढ़ों का भय रहता है। प्रकट है, कि ये नदियाँ विद्युत-उत्पादन के लिये अत्यन्त उपयोगी हैं।

(३) सिंचाई के लिये झीले अमूल्य हैं।

(४) अनेक बड़े नगरों में नित्योपयोगी जल झीलों से ही उपलब्ध होता है।

(५) कुछ झीले महत्वपूर्ण अन्तर्देशीय जलमार्ग (Inland waterways) का कार्य करती हैं।

(६) पर्वत-प्रदेशों की झीलों में जो जल वर्षा और हिम के पिघलने से प्राप्त होता है, उसका उपयोग विद्युत-उत्पादन के लिये किया जा सकता है।

(७) झीले मछलियाँ और तृणक (Weed) प्रदान करती हैं। मछलियाँ मानव-आहार की दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं। तृणक को बहुत से जानवर खाते हैं। इसके अतिरिक्त उससे खाद बनती है।

(८) अन्तर्देशीय प्रवाह की झीलों (Lakes of Inland Drainage) से अनेक प्रकार के लवण एवं रासायनिक यौगिक उपलब्ध होते हैं।

(९) स्वास्थ्य एवं मनोरंजन की दृष्टि से भी झीलों का विशेष महत्व है। नैनीताल की झील इसका ज्वलन्त उदाहरण है।

(१०) झीलों के सूख जाने से अत्यन्त उर्वर भूमि उपलब्ध होती है। कैस्पियन सागर के उत्तरी भाग के सूख जाने से ऐसी ही उपजाऊ भूमि निकली है।

उन्नीसवाँ परिच्छेद

द्वीप

(ISLANDS)

१ परिभाषा

महासागर, सागर, झील, तालाब अथवा नदी में पाये जाने वाले ऐसे स्थल-खण्डों को जो चारों ओर से जल द्वारा घिरे हों, हम द्वीप कहते हैं।

२ आकार

द्वीपों के आकार में बड़े विभेदन पाये जाते हैं। इतने छोटे द्वीप भी हैं, जिनका क्षेत्रफल कुछ ही वर्ग गज होगा, दूसरी ओर ग्रीनलैण्ड जैसे विशालकाय द्वीप भी हैं, जिनका क्षेत्रफल कई लाख वर्गमील है।

संसार में छै बड़े द्वीप हैं, जिनका क्षेत्रफल निम्नांकित तालिका में प्रदर्शित किया गया है —

द्वीप	क्षेत्रफल (वर्गमीलों में)
१ ग्रीनलैण्ड	८,३७,०००
२ न्यूगिनी	३,४२,०००
३ बॉर्नियो	२,८२,०००
४ बैफिन	२,३१,०००
५ मैडागास्कर	२,२९,०००
६ सुमात्रा	१,६३,०००

इनके उपरान्त १२ औसत आकार के द्वीप हैं, जिनका क्षेत्रफल १ लाख वर्ग मील और ४० हजार वर्ग मील के बीच में है।

४० हजार वर्ग मील और १ हजार वर्ग मील के बीच के क्षेत्रफल के द्वीपों की संख्या १२५ है।

एक हजार वर्ग मील से कम क्षेत्रफल के द्वीपों की संख्या कई सहस्र है।

३ द्वीपों का वर्गीकरण

द्वीपों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है जैसे—(१) स्थिति (२) पूर्वकालीन इतिहास (३) व्यवस्था (४) धरातल की दशा (५) जलवायु (६) उत्पत्ति आदि।

(१) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण—स्थिति के अनुसार द्वीपों को निम्नलिखित वर्गों में बाँटा जा सकता है—

- (१) महासागरों के द्वीप
- (२) सागरों के द्वीप
- (३) खाडियों के द्वीप

- (४) जल संयोजको के द्वीप
- (५) उपहृदो के द्वीप
- (६) दलदलो के द्वीप
- (७) झीलो के द्वीप
- (८) तालाबो के द्वीप

(२) पूर्वकालीन इतिहास के अनुसार वर्गीकरण—इस दृष्टि से महासागरो के द्वीपो के दो वर्ग किये जा सकते हैं —

(१) महाद्वीपीय द्वीप—(Continental Islands) वे द्वीप हैं जो किसी समय महाद्वीप के अश थे, जैसे श्री लका। श्रीलका किसी समय दक्षिणी भारत का ही अश था। इसकी पुष्टि अनेक प्रमाणो से होती है—उदाहरण के लिये श्रीलका की भूतात्विक संरचना (Geological Structure) प्रायद्वीपीय भारत के द० भाग से बिल्कुल मिलती जुलती है।

(२) महासागरीय द्वीप—(Oceanic Islands)—वे द्वीप हैं, जिनका उद्भव और विकास महासागर मे होता है। इनका निकटवर्ती महाद्वीप से कोई सम्बन्ध नहीं होता। इनका विकास समुद्र मे स्वतंत्र रूप से होता है। उदाहरण-हवाई द्वीप।

(३) व्यवस्था के अनुसार वर्गीकरण—इस दृष्टि से द्वीपो के चार वर्ग किये जा सकते हैं —

(१) द्वीपचाप—(Island Arc)—यदि अनेक द्वीप धनुषाकार आकृति मे व्यवस्थित हो तो उन्हें हम द्वीप चाप कहते हैं। उदाहरण—जापानी द्वीप।

(२) द्वीप समूह (Archipelago)—यदि अनेक द्वीप समूह के रूप मे पाये जाते हैं, तो उन्हें हम द्वीप-समूह कहते हैं जैसे हिंदेशिया।

(३) द्वीप माला अथवा द्वीप श्रृंखला (Island Chain) यदि अनेक द्वीप पक्तिबद्ध पाये जाते हैं, तो उन्हें हम द्वीपमाला कहते हैं जैसे क्यूराइल द्वीप।

(४) एकाकी द्वीप (Isolated Island)—ऐसे पृथक द्वीप को जो चाप, समूह अथवा माला का निर्माण नहीं करता हम एकाकी द्वीप कहते हैं जैसे आइसलैण्ड।

(४) धरातल की दशा के अनुसार वर्गीकरण—इस दृष्टि से द्वीपो के अनेक भेद किये जा सकते हैं जैसे पर्वतीय द्वीप, पहाडी द्वीप, मैदानी द्वीप, आदि।

(५) जलवायु के अनुसार वर्गीकरण—इस आधार पर द्वीपो को जलवायु प्रदेशो के अनुसार वर्गीकृत करते हैं जैसे उष्ण प्रदेशीय द्वीप, शीतोष्ण प्रदेशीय द्वीप, शीत प्रदेशीय द्वीप आदि।

(६) उत्पत्ति के अनुसार वर्गीकरण—इस दृष्टि से द्वीपो को निम्नलिखित वर्गों मे बाँटा जा सकता है —

- (१) भूपर्पटी की गतियो से बने द्वीप
- (२) अपरक्षण से बने द्वीप
- (३) निक्षेपण से बने द्वीप
- (४) ज्वालामुखीय द्वीप

(५) प्रवाली द्वीप

इनकी विवेचना अगले अनुच्छेद में की गई है।

४ उत्पत्ति

द्वीपों की उत्पत्ति मुख्यतः चार कारणों से होती है—

(१) भूपर्पटी की गतियाँ

(२) अपरक्षण

(३) निक्षेपण

(४) ज्वालामुखी की क्रिया

(५) प्रवाली विकास

कभी कभी उपर्युक्त कारणों में से दो-तीन के संयुक्त फल से द्वीप बनते हैं।

(१) भूपर्पटी की गतियाँ

(१) उन्नमज्जन (Elevation)—सागर-नितल के कुछ भाग के अकस्मात् ऊपर उठ जाने से द्वीप बन जाते हैं। उदाहरण—अजोर्स।

(२) निमज्जन (Subsidence)—जापान किसी समय पूर्वी एशिया का ही भाग था। बाद में बीच के भूभाग के घँस जाने से वह पृथक् हो गया। इसी प्रकार ब्रिटिश द्वीप समूह भी किसी समय योरोप का अंश था और निमज्जन की क्रिया द्वारा मूल महाद्वीप से पृथक् हो गया।

(३) भजन (Folding)—पूर्वी द्वीप समूह मध्य जगत की भजित पर्वत श्रेणियों (Midworld Fold Belts) के ही अंश हैं। इनके निचले भाग समुद्र में डूबे हुए हैं।

(४) विभगन (Faulting)—मैडागास्कर के विषय में श्री विलिस की यह धारणा है कि वह विभग का ऊपर उठा हुआ खण्ड है। दूसरी विचारधारा यह है कि बीच में दरार-घाटी के बन जाने से वह अफ्रीका से पृथक् हो गया।

(२) अपक्षरण

(१) हिमानी अपक्षरण—प्रातिनूतन हिमनदियों ने उत्तरी अमरीका तथा ग्रीनलैण्ड के तटीय क्षेत्र का अपक्षरण किया। जब प्रातिनूतन हिमावरण पिघला, तब टिले ऊपर उठे हुए भाग तथा पहाड़ियाँ द्वीपों में परिणत हो गईं।

(२) नदी अपक्षरण—मैदानी भाग में नदियाँ मोड़ बनाती हुई बहती हैं। कभी कभी बाढ़ के समय नदी मोड़ का मार्ग त्याग कर सीधी बहने लगती है। ऐसी दशा में सीधे पथ तथा मोड़ के मध्य का भाग टापू बन जाता है।

(३) तरंग अपक्षरण—लहरे समुद्रतट को काटती रहती हैं और अनेक प्रकार के भूरूपों का विकास करती हैं। यदि किसी कारण सागर-समतल ऊपर उठ आता है तो लहरों के अपक्षरण से अखित्व में आने हुए भूरूप जैसे महासागरीय स्तम्भ (Stacks) अशत डूब जाते और द्वीप बन जाते हैं।

(३) निक्षेपण

(१) हिमानी निक्षेपण—ड्रमलिन, केम तथा अन्य हिमानी निक्षेप झीलो मे तथा तट के निकट समुद्र मे द्वीप सदृश दीखते है।

(२) नदी निक्षेपण—नदियो के मध्य में रेत के जो टीले बन जाते है, उन्हे द्वीप कहा जा सकता है। डेल्टा-प्रदेश मे नदी के प्रवाह-वेग के क्षीण हो जाने से द्वीप बन जाते है।

(३) तरंग निक्षेपण—सिकता दण्ड (Sand bars) तथा जिह्वाये (Spits) जिनकी विवेचना परिच्छेद मे की गई है, तरंग निक्षेपण से बने द्वीप हों है।

(४) ज्वालामुखी की क्रिया

कभी-कभी जब सागर-नितल मे ज्वालामुखी की क्रिया होती है, तब उसके उद्गार से निकले हुए लावा आदि की विशाल राशि निक्षेपित होकर द्वीप का रूप ग्रहण कर लेती है। उदाहरण—एलूशियन, हवाई, सैण्ट हैलेना आदि।

(५) प्रवाली विकास

भरे हुए मूँगे के कीडो के अवशेषो के सचयन से द्वीप बन जाते है। इसकी विस्तृत विवेचना अटोल की सरचना शीर्षक परिच्छेद मे की गई। उदाहरण—मालदीव, लकादीव, क्रिसमस द्वीप आदि।

बीसवाँ परिच्छेद

मिट्टियाँ

(SOILS)

१ मिट्टी, भूमि अथवा उन्मृदा का अर्थ

मिट्टी, भूमि अथवा उन्मृदा का अर्थ है पृथ्वी की पर्पटी का सबसे ऊपर वाला स्तर, जिसमें पेड़-पौधों के जीवन के लिये आवश्यक खनिज एवं रासायनिक पदार्थ तथा अन्य प्रकार की पौष्टिक भोजन-सामग्री रहती है। इसकी गहराई कुछ ही इंच होती है।

२ मिट्टी का महत्व

मिट्टियों का आर्थिक तथा मानवीय महत्व बहुत अधिक है। पेड़-पौधों के विकास के लिये आवश्यक तत्व मिट्टियाँ ही प्रदान करती हैं। कृषि पूर्णतः मिट्टियों पर निर्भर है।

३ मिट्टियों का निर्माण

मिट्टियाँ शिलाओं के ऋतुक्षरण से बनती हैं। यह ऋतुक्षरण तीन प्रकार का होता है —

(१) भौतिक ऋतुक्षरण—इसके अन्तर्गत यान्त्रिक ऋतुक्षरण के विभिन्न अभिकर्ता शिलाओं को तोड़-फोड़ कर सूक्ष्म कणों में परिणत कर देते हैं। इसकी विस्तृत विवेचना पाँचवें परिच्छेद में की गई है।

(२) रासायनिक ऋतुक्षरण—इसके अन्तर्गत शिलायें विभिन्न रासायनिक प्रक्रियाओं द्वारा नष्ट होकर मिट्टी में परिणत होती रहती हैं। इन प्रक्रियाओं का वर्णन भी पाँचवें परिच्छेद में हो चुका है।

(३) प्राणिकीय ऋतुक्षरण—इसके अन्तर्गत ऋतुक्षरण के परोक्ष कारण—मनुष्य, जीवजन्तु तथा वृक्ष आते हैं। इनका विचार भी पाँचवें परिच्छेद में किया जा चुका है।

४ संसार के उन्मृदा-वर्ग (Soil Groups)

प्रसिद्ध अमरीकी भूगोलवेत्ता फिञ्च तथा त्रिवर्था ने संसार की मिट्टियों का एक सहज सुगम सामान्य वर्गीकरण प्रस्तुत किया है। इस वर्गीकरण के अनुसार संसार में नौ उन्मृदा वर्ग पाये जाते हैं।

- (१) टुण्ड्रा की मिट्टियाँ
- (२) भस्ममृदा (पौडजोल)
- (३) धूसर भूरी वन मिट्टियाँ (मुख्यतः भस्ममृदा)
- (४) उष्ण तथा उपोष्ण प्रदेशीय लाल एवं पीली मिट्टियाँ
- (५) प्रेरी सदृश मिट्टियाँ

- (६) चर्नोज़ेम मिट्टियाँ
- (७) भूरी स्टैपीय मिट्टियाँ
- (८) मरुस्थलीय मिट्टियाँ
- (९) पर्वतो तथा घाटियों की जटिल मिट्टियाँ

(१) टुण्ड्रा की मिट्टियाँ (Tundra Soils)

ये मिट्टियाँ आर्कटिक तट के वृक्षविहीन प्रदेशों में पाई जाती हैं। इनका रंग फीका भूरा होता है। इनके नीचे का अध स्तर अपेक्षाकृत अधिक गहरे भूरे रंग का होता है। जाड़े की लम्बी ऋतु में ये बर्फ से ढकी रहती हैं, किन्तु गर्मियों में कुछ काल के लिये बर्फ पिघल जाती है और दलदल अस्तित्व में आ जाते हैं। तीन फुट की गहराई में स्थित उपभूमि स्थायी रूप से जमी रहती है। टुण्ड्रा की मिट्टियों को Gley की संज्ञा दी गई है। टुण्ड्रा प्रदेश में तापक्रम की न्यूनता के कारण वृक्षों के विकास का प्रश्न ही नहीं उठता और वहाँ पर केवल हरिता (Moss) तथा कवाप्य (Lichen) पाई जाती है, अतएव इन मिट्टियों में वनस्पति तत्व (Humus) का अभाव होता है। इन मिट्टियों में आद्रता की मात्रा बहुत अधिक होती है क्योंकि इस प्रदेश में वाष्पीकरण बहुत कम होता है तथा जमा हुआ अध स्तर नीचे की ओर जलपारण नहीं होने देता। ये मिट्टियाँ अनुपजाऊ होती हैं कुछ सीमित क्षेत्रों में जहाँ जलप्रवाह की सुविधा है, भस्ममृदा (Podsol) सदृश मिट्टियाँ पाई जाती हैं। प्रवाह की सुविधा वाले ऐसे ढालों पर जिनमें अधिक से अधिक धूप पहुँच सकती है, अल्प अवधि में तैयार होने वाली तरकारियाँ तथा कृषि की फसलें तैयार की जा सकती हैं। उदाहरण के लिए यनीसी नदी के मुहाने पर स्थित इगारका नामक नवीन विकसित पोताश्रय ताजी तरकारियों के लिए प्रसिद्ध है।

(२) भस्ममृदा (Podsols)

ये मिट्टियाँ टैगा अथवा कोणघारी वनों के प्रदेश में पाई जाती हैं। इनका रंग भूरा-स्वैत (Greyish white) होता है। Podsol शब्द रूसी भाषा का है। Pod का अर्थ मिट्टी है तथा Sol का अर्थ राख का रंग (Pod=Soil, Sol=Colour of ash) भस्मीकरण की क्रिया (Podsolisation) के लिये निम्न तापमान, सामान्य वर्षा, दीर्घ अवधि के जाड़े तथा लघु अवधि की गर्मियाँ अनुकूल हैं। ये मिट्टियाँ शीत शीतोष्ण कटिबन्ध में पाई जाती हैं, जहाँ ये सब दशाये उपलब्ध हैं। इनका निर्माण अत्यन्त मन्द वेग से होता है, क्योंकि वनों के मलवे (Debris) का आवरण नीचे की शिलाओं का अपक्षरण तेजी से नहीं होने देता। वाष्पीकरण की तुलना में वर्षा की मात्रा अधिक होने के कारण इन मिट्टियों के ऊपरी स्तर में उद्विलयन (Leaching) बहुत होता है, जिससे उनका रंग भूरा सफेद हो जाता है। लोहा, अल्यूमीनियम आदि धुलकर नीचे के स्तर में चले जाते हैं, जिससे ऊपरी स्तर इन तत्वों से विहीन होता है। कभी २ मीटर नीचे का स्तर इन तत्वों के जम जाने से, कठोर हो जाता है। ऊपर के स्तर की तुलना में इसका रंग भी अधिक गहरा होता है।

ये मिट्टियाँ आम्लिक होती हैं। ये कृषि की दृष्टि से उर्वरा नहीं होती, यद्यपि टुण्ड्रा की मिट्टियों की तुलना में इनकी उर्वरता अधिक होती है। ये कोणघारी वृक्षों के विकास के लिये, जिनकी जड़े गहरी नहीं होती हैं, विशेष अनुकूल हैं। इनमें वनस्पति तत्व (Humus) तथा पौष्टिक तत्वों की मात्रा कम होती है। अम्लता के कारण इन मिट्टियों में केंचुए (Earthworms) कम होते हैं। केंचुए सड़ी हुई वनस्पति के

स्तर को ऊपरी स्तर की मिट्टी में मिलाते रहते हैं। इस प्रदेश में क्रेचुये कम होने के कारण ऊपर की सड़ी वनस्पति और नीचे की मिट्टी में स्पष्ट पार्थक्य रहता है। इन मिट्टियों की अम्लता के निवारण के लिये इनमें चूने वाली खाद दी जाती है और फिर इनमें सब्जियाँ (जैसे आलू), घास तथा कृषि की फसले (जैसे राई, ओट आदि) सफलता से उत्पन्न की जाती हैं।

(३) घुसर वभ्रु वन मिट्टियाँ (मुख्यतः भस्ममृदा)

(Gray brown forest soils (Specially Podsoles))

ये प्रौढ़ मिट्टियाँ शीतोष्ण प्रदेश के आर्द्र भागों में पाई जाती हैं। ये मिट्टियाँ उत्तरी गोलार्ध में पूर्वी संयुक्त राज्य अमरीका, मध्य योरप, उत्तरी चीन, कोरिया और मध्य एवं दक्षिणी जापान में पाई जाती हैं। दक्षिणी गोलार्ध में ये मिट्टियाँ दक्षिणी अफ्रीका के दक्षिणी तट पर तथा पूर्वी न्यूजीलैण्ड में पाई जाती हैं।

ये भस्ममृदाये हैं, किन्तु पूर्ण विकसित भस्ममृदाये नहीं। उनकी अपेक्षा ये कम अम्लिक हैं। इन्हें भस्ममृदा तथा उपोष्ण प्रदेशीय लाल एवं पीली मिट्टियों का माध्यमिक अथवा अन्तर्वर्तक कहा जा सकता है। इन मिट्टियों के प्रदेश में वर्षा की मात्रा वाष्पीकरण से अधिक होती है अतएव इन मिट्टियों में से चूना तथा अन्य लवण उद्विलयित (Leach out) हो जाते हैं। अपक्षरण अधिक होने से भूमि का उत्क्षालन (Outwash) सामान्य है। इन मिट्टियों का विकास चौड़ी पत्ती वाले पर्णपाती वन (क्षुप तथा घास रहित) के अन्तर्गत होता है। अतएव, इनमें वनस्पति-तत्व की मात्रा यथेष्ट होती है। इन मिट्टियों के ऊपरी स्तर में १ फुट से लेकर ३ फुट की गहराई तक काले रंग का वनस्पति तत्व (Humus) पाया जाता है। यह वनस्पति-तत्व मिट्टी में अच्छी तरह मिला रहता है। इसका कारण यह है कि यहाँ की जलवायु में क्रेचुवे तथा अन्य मिट्टियों के कीटाणु पनपते हैं और ये ही वनस्पति तत्व को मिट्टी में मिला देते हैं। उष्ण प्रदेशीय लाल मिट्टी की तुलना में इस मिट्टी के वनस्पति तत्व का विबन्धन (Decomposition) अधिक मात्रा में होता है, यद्यपि अपेक्षाकृत मन्द वेग से होता है। इसमें भस्ममृदा की तुलना में चूना, पोटाश तथा अन्य यौगिक अधिक मात्रा में होते हैं। वनस्पति तत्व तथा अन्य पौष्टिक तत्वों की उपस्थिति के कारण यह मिट्टी उपजाऊ होती है। निरन्तर कृषि से इसकी उर्वरता घट जाती है तथा उसे बनाये रखने के लिये इन मिट्टियों में चूना तथा खाद देना आवश्यक होता है।

(४) उष्ण प्रदेशीय तथा उपोष्ण प्रदेशीय

लाल तथा पीली मिट्टियाँ

ये मिट्टियाँ मुख्यतः ६०° पू० उत्तरी अमरीका, ३०° पू० दक्षिणी अमरीका, ६०° योरप, मध्य अफ्रीका, ६०° पू० एशिया के मानसून क्षेत्र, पूर्वी द्वीप समूह तथा ३०° आस्ट्रेलिया में पाई जाती हैं।

इन प्रदेशों में तापक्रम और वर्षा दोनों की मात्रा अधिक है। तापक्रम अधिक होने से रासायनिक परिवर्तन तेजी से होते हैं तथा अधिक वर्षा एवं लम्बी ग्रीष्म ऋतु के कारण पानी बहुत नीचे तक सोख जाता है और घुलनशील पौष्टिक तत्वों को अपने साथ नीचे तक ले जाता है, अतएव ये मिट्टियाँ अनुपजाऊ होती हैं। उष्ण प्रदेश की

मिट्टियाँ लाल, पीली अथवा ईट के रंग की होती हैं। ईट के रंग की मिट्टी को लेटराइट कहते हैं। उपोष्ण प्रदेश की मिट्टियाँ अधिकतर पीली होती हैं।

लाल तथा पीली मिट्टियाँ—ये मिट्टियाँ भुरभुरी कणिकामय तथा रन्ध्री होती हैं। इनमें जलधारण करने की क्षमता का अभाव होता है। अधिक उद्विलियत (Leached) होने के कारण इनमें खनिज, वनस्पति तथा अन्य पौष्टिक तत्वों का अभाव होता है। नीचे के कुछ खनिज तत्व पेड़ों की जड़ों द्वारा भूपृष्ठ तक आ जाते हैं और ऊपरी स्तर की हीनता घटा देते हैं। जब वृक्ष नष्ट हो जाते हैं, तब उनके पौष्टिक तत्व पुन मिट्टी में मिल जाते हैं और अन्य वृक्षों द्वारा ग्रहण कर लिये जाते हैं। वनों के नष्ट हो जाने से पौष्टिक तत्वों की गति का यह चक्र रुक जाता है और ऊपरी स्तर शीघ्र अनुपजाऊ हो जाता है। ये मिट्टियाँ अनुपजाऊ होती हैं, किन्तु इतनी अधिक अनुपजाऊ नहीं होती, जितनी लेटराइट है। निरन्तर कृषि से इनकी उत्पादन क्षमता बहुत घट जाती है और इनमें बहुत खाद देने की आवश्यकता होती है।

इनका रंग मूल शिला के अनुरूप होता है। उदाहरण के लिये यदि मूलशिला में हौर्नब्लैण्ड की मात्रा अधिक होती है, तो मिट्टी का रंग हल्का होता है। दूसरी ओर, यदि मूल शिला में मैगनेटाइट की मात्रा अधिक होती है तो मिट्टी का रंग गहरा होता है। इस प्रदेश में शुष्क एव आर्द्र ऋतुये एकान्तर पर होती हैं, जिससे इनमें लोहे का ऑक्साइड व्यापक (Diffuse) जाता है। इन मिट्टियों में स्थिति के अनुसार अन्तर पाये जाते हैं। पठारों तथा ऊँचे भागों की मिट्टियाँ हल्के रंग की पतली तथा ककरीली होती हैं। मैदानों और घाटियों की मिट्टियाँ अपेक्षाकृत गहरे वर्ण की और अधिक उपजाऊ होती हैं।

लेटराइट-लेटराइट शब्द Later से बना है, जिसका अर्थ ईट है। यह मिट्टी सभी प्रकार की शिलाओं से बनती है—जैसे ग्रेनाइट (आग्नेय शिला), बालकाश्म (जलज शिला), शिस्ट (परिवर्तित शिला) आदि से। इसके दो भेद किये जा सकते हैं—(१) ऊँचे समतल की लेटराइट तथा (२) नीचे समतल की लेटराइट। लेटराइट की संरचना में बड़े अन्तर पाये जाते हैं। इसमें लोहे और अल्यूमीनियम के हाइड्रोक्साइडों का सम्मिश्रण होता है।

लेटराइट की उत्पत्ति के लिये निम्नलिखित दशाओं की पूर्ति आवश्यक है —

(१) उष्णप्रदेशीय जलवायु जिसमें शुष्क और आर्द्र ऋतुये एकान्तर पर हों।

(२) चपटी अथवा चौरस चोटी का ऊँचा प्रदेश, जिसके ढाल अतिशय मन्द हों।

(३) अभीष्ट रासायनिक संरचना की शिलायें

(४) शिलायें या तो रन्ध्री हों अथवा उनमें सन्धियाँ हों।

लेटराइट मिट्टियाँ बहुत अनुपजाऊ होती हैं। जिन क्षेत्रों में ये पाई जाती हैं, वे वनस्पति हीन बजर होते हैं। इनका रंग ईट जैसा लाल होता है। ये स्थूल होती हैं। इनके ऊपरी भाग में पथरीले ककुर पाये जाते हैं। ऊँचे समतल की लेटराइट ककरीली होती है और उसमें आर्द्रता वहन करने की क्षमता होती है तथा वह कृषि के लिये अधिक उपयुक्त है। लेटराइट मिट्टियों का सबसे उल्लेखनीय

गुण इनका आम्लिक होना है। इन्हें कृषि के योग्य बनाने के लिये इनकी अम्लता का निराकरण आवश्यक होता है।

(५) प्रेरी सदृश मिट्टियाँ

ये मिट्टियाँ भस्ममृदाओ के प्रदेश के दक्षिण में, जहाँ वर्षा अपेक्षाकृत कम होती है, पाई जाती हैं। ये मिट्टियाँ मध्य समुक्त राज्य अमरीका, दक्षिणी योरपीय रूस, मध्य साइबेरिया, उत्तरी चान, द० अमराका के पूर्वी मध्य भाग तथा मध्य अफ्रीका में पतली पट्टी के अनुरूप पाई जाती हैं। उत्तरी गोलार्द्ध में इन्हें कोणधारी वन प्रदेश तथा यथार्थ स्टैप प्रदेश की माध्यमिक मिट्टियाँ कहना उचित होगा।

प्रेरी सदृश मिट्टियाँ ऐसे क्षेत्रों में पाई जाती हैं, जिनकी प्राकृतिक वनस्पति गहरी जड़ों वाला लम्बी घास है। यहाँ की जलवायु में इतनी अधिक आर्द्रता होती है, इनमें वर्ष का विकास हो सकता है, किन्तु इनमें वनों का विकास क्यों नहीं हुआ इसका सन्तोषप्रद स्पष्टाकरण अभी तक नहीं हो सका है। हो सकता है कि यदाकदा शुष्क वर्षा हो जाने से वृक्षों की जड़ें जमने नहीं पातीं। एक ग्रह भी सुझाव दिया गया है कि बिजली द्वारा अथवा यहाँ के निवासियों द्वारा लगाई गई आग ने आरम्भिक अवस्था में ही वृक्षा को नष्ट कर दिया।

प्रेरी सदृश मिट्टियों का रंग गहरा भूरा होता है। इनमें सूक्ष्म कण होते हैं। चूना तथा क्षारीय तत्वों का इनमें अभाव होता है। इन्हें निर्बल आम्लिक (Weak acidic) कहा जा सकता है। इनमें वनस्पति तत्व तथा आर्द्रता की मात्रा अधिक होती है तथा जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया इनके कण सूक्ष्म होते हैं, जिससे इनकी गणना सप्सर को उर्वरतम मिट्टियों में है। इनमें अनाज की उत्तम फसले उत्पन्न की जाती हैं।

(६) चर्नोजैम मिट्टियाँ

चर्नोजैम शब्द रूसी भाषा का है और इसका अर्थ है काली मिट्टी। इस मिट्टी का रंग वनस्पति-तत्व (Humus) की अधिकता के कारण काला होता है।

यह मिट्टी दक्षिणी मध्य कैनाडा, मध्य समुक्त राज्य अमरीका, दक्षिणी रूस, प० साइबेरिया, उ० प० प्रायद्वीपीय भारत, मध्य दक्षिणी अमरीका, मध्य एव दक्षिणी अफ्रीका तथा उ० पू० आस्ट्रेलिया में पाई जाती है।

अमरीकी विद्वानों ने बम्बई प्रदेश के काली मिट्टी के क्षेत्र को, जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया, इसी वर्ग के अन्तर्गत प्रदर्शित किया है, यद्यपि वह लावा के अपक्षरण से बनी है, अधिक वर्षा के प्रदेश में पाई जाती है तथा शीतोष्ण प्रदेशीय चर्नोजैम से अनेक लक्षणों में भिन्न है। इनमें कुछ समानताये भी हैं। उदाहरण के लिये दोनों भीगने पर फूलती और फूलती हैं, दोनों सूखने पर सिकुडती हैं, जिससे दरारें अस्तित्व में आ जाती हैं और दोनों स्वयं-कृषिकारक (Self cultivating) हैं। सप्सर की प्रौढ़ एव प्राकृतिक रूप से उर्वर मिट्टियों में दोनों की गणना है।

चर्नोजैम कणिकामय तथा रन्धी होती है। इसमें मृत्तिका की मात्रा भी काफी होती है। जल ग्रहण करने की इसमें अद्भुत क्षमता होती है। यह मिट्टी बहुत उपजाऊ होती है। इसमें पौधों के विकास के लिये आवश्यक खनिज, आगिक एव पौष्टिक तत्व इतनी अधिक मात्रा में होते हैं कि इसमें बिना खाद दिये ही अनेकों वर्ष फसले उत्पन्न

की जा सकती है। वास्तव में कपास तथा अनाजों के उत्पादन के लिये यह मिट्टी आदर्श है।

शीतोष्ण कटिबन्ध में चर्नोजैम ऐसे घास प्रदेशों में पाई जाती है जहाँ वर्षा का औसत २० इंच से भी कम है। इस प्रदेश में वर्षा तथा वाष्पीकरण की मात्रा प्रायः समान होती है। घास के सड़ने-गलने से इस मिट्टी के ऊपरी स्तर में वनस्पति-तत्व (Humus) की मात्रा पर्याप्त होती है। इन मिट्टियों में धरातल से ३ और ५ फुट की गहराई के बीच में चूना पाया जाता है। इससे घास की जड़ें कैल्शियम ग्रहण करती हैं।

इस मिट्टी में कुछ दोष भी हैं। उदाहरण के लिये गीले होने पर यह चिपचिपी हो जाती है तथा जुताई के बाद इसके ढालों में धरातलीय अपक्षरण बहुत होता है।

(७) भूरी स्टैपीय मिट्टियाँ

चर्नोनैम के शुष्क किनारे पर ये मिट्टियाँ पाई जाती हैं। यद्यपि ये मिट्टियाँ चर्नोजैम से मिलती-जुलती हैं, तथापि इनमें आर्द्रता अपेक्षाकृत कम होती है। चर्नोजैम और इन मिट्टियों को पृथक् करने वाली सीमा स्पष्ट नहीं है। प्रायः इनके मध्य में रक्तपीत वध्रु (Chestnut brown) मिट्टियाँ मिलती हैं।

ये मिट्टियाँ ३० अमरीका, दक्षिणी अमरीका, द० अफ्रीका तथा आस्ट्रेलिया में चर्नोजैम के पश्चिम में, रूस में चर्नोजैम के दक्षिण में तथा अफ्रीका और भारत में चर्नोजैम के उत्तर में पाई जाती हैं।

इस प्रदेश की घास चर्नोजैम और प्रेरी सद्म मिट्टियों की तुलना में छोटी, विरल और कम गहरी जड़ों वाली होती है। इन मिट्टियों में पाया जाने वाला वनस्पति तत्व शुष्कता के कारण भूरे वर्ण का होता है और ऊपरी स्तर में मिला रहता है। इनकी उपभूमि चर्नोजैम की तुलना में अधिक थूथल होती है। चर्नोजैम की भाँति इन मिट्टियों में भी आर्द्रता की अधोगति के कारण चूने का निक्षेप पाया जाता है। इस प्रदेश में चर्नोजैम के प्रदेश की अपेक्षा वर्षा कम होती है अतएव चूना और क्षारीय लवण पृष्ठ के निकट अर्थात् एक दो फुट की गहराई पर ही रहते हैं। कहीं २ चूना इतनी अधिक मात्रा में पाया जाता है कि वह कठोर स्तर (Hard Pan) का निर्माण करता है। इन मिट्टियों का जोतना सरल होता है, अतएव कृषि की दृष्टि से ये अनुकूल हैं। फिर भी इन मिट्टियों के अधिकांश क्षेत्रों में पशुचारण का कार्य होता है, कृषि का नहीं। इसका कारण वर्षा का अभाव है मिट्टियों के गुणों का अभाव नहीं।

(८) मरुस्थलीय मिट्टियाँ

ये मिट्टियाँ मध्य उत्तरी अमरीका के पश्चिमी भाग में दक्षिणी अमरीका के मध्य पश्चिमी तथा द० पू० भाग में, पश्चिमी द० अफ्रीका में, उत्तर, पूर्वी तथा द० प० भाग को छोड़कर सम्पूर्ण आस्ट्रेलिया में द० प० एशिया में, ३० प० चीन में तथा ३० अफ्रीका में पाई जाती हैं।

शीतोष्ण मरुस्थलों की मिट्टियाँ धूसर वर्ण की होती हैं तथा उष्ण मरुस्थलों की मिट्टियाँ कुछ २ लाल होती हैं।

इन मिट्टियों का विकास ऐसे प्रदेशों में होता है, जिनमें वनस्पति का अभाव होता है अर्थात् कुछ बिल्वी झाड़ियाँ ही पाई जाती हैं। फल स्वरूप इन मिट्टियों में वनस्पति-तत्व (Humus) की मात्रा कम होती है।

इस प्रदेश में वर्षा की अपेक्षा वाष्पीकरण की मात्रा अधिक है। कहीं २ पर केशनली की क्रिया (Capillary Action) द्वारा ऊपर उठने वाला जल चूना तथा लवणमय पदार्थ को धरातल पर निक्षेपित कर देता है। इन मिट्टियों में प्रायः क्षारीय एव लवणमय पदार्थ इतनी अधिक मात्रा में होते हैं कि इसके ऊपरी स्तर के कण उनके माध्यम से परस्पर चिपक जाते हैं और इस प्रकार कड़ी पपड़ी बन जाती है।

ये मिट्टियाँ बलुही होती हैं। इन मिट्टियों में नाइट्रोजन की मात्रा कम होती है तथा घुलनशील खनिज अधिक होते हैं।

सामान्यतः ये मिट्टियाँ अनुपजाऊ तो नहीं होती, किन्तु इनमें खेती नहीं की जा सकती क्योंकि इनमें जल का अभाव रहता है। कृषि की दृष्टि से इनकी उपयोगिता इनमें विद्यमान लवणों के गुणों पर निर्भर है। कैल्शियम के लवणों से युक्त मिट्टियों में सिंचाई की सहायता से खेती की जा सकती है। दूसरी ओर ऐसी मिट्टी में जिसमें सोडियम के लवण होते हैं सिंचाई की सहायता से भी खेती सम्भव नहीं है। कहीं २ पर इन मिट्टियों के ऊपरी स्तर में नमक एव क्षार इतनी अधिक मात्रा में होते हैं कि पौधे पनप ही नहीं सकते।

लौयस मिट्टी

वायु द्वारा संचित दोमट के निक्षेपों को लौयस की सजा दी गई है। इसके कण रेत में छोटे होते हैं तथा मृत्तिका से बड़े। इसका रंग पीला अथवा हल्का भूरा होता है। उगलियों में दबाने से यह मिट्टी आटे की भाँति पिस जाती है और हाथ में चिपक जाती है। यदि किसी पानी के बर्तन में लौयस डाल दी जाय तो वह घुल जाती है। वेद्य (permeable) होने के कारण यह वर्षा-जल को सोख लेती है। यह धरातल की विषमताओं को ढके रहती है तथा निम्नतम में इसकी मोटाई काफी होती है। इसमें स्तर नहीं पाये जाते। इसमें दो अन्य उल्लेखनीय विशेषतायें होती हैं— (१) नदी नालों के किनारे इसमें लम्बवत ढाल पाये जाते हैं (२) इसमें अनेक छोटे छोटे नली सदृश लम्बवत खोखले होते हैं जो सभ्यतः जड़ों के अवशेषों के द्योतक हैं। इसमें चूने की मात्रा काफी होती है। रन्ध्री होने के कारण यह वर्षा जल को सोख लेती है और इसका पृष्ठ सामान्यतः सूखा बना रहता है। सिंचाई द्वारा यह बहुत उर्वर हो जाती है।

एशिया में लौयस का विस्तार लगभग २ लाख ३० हजार वर्ग मील है। इसका अधिकांश भाग चीन (कान्सू, शान्सी तथा शैन्सी प्रदेशों) में पाया जाता है। यहाँ पर इसकी मोटाई सैंकड़ों फुट से लेकर हजारों फुट तक है। चीन में प्रायः लोग इस मिट्टी में उत्खनन करके अपना निवास-स्थान बना लेते हैं। ह्वांगहो तथा पीले सागर के जल का पीला रंग इसी मिट्टी के घोल के कारण है। चीन की लौयस मिट्टी में स्थलीय जीवों के अवशेष भी पाये जाते हैं। सम्भवतः चीन के लौयस का स्रोत मंगोलिया का मरुस्थल है।

लौयस मिट्टी के अन्य क्षेत्र मध्य साइबेरिया, मध्य योरोप, समुक्त राज्य अमरीका में मिसिसिपी बेसिन, अलास्का, अर्जेंटीना तथा उ० अफ्रीका हैं।

(९) पर्वतों तथा घाटियों की जटिल मिट्टियाँ

ये मिट्टियाँ रॉकी, एण्डीज आल्प्स, मध्य तथा उ० पू० एशिया के पर्वत

पूर्वी आस्ट्रेलिया, न्यूजीलैण्ड के दक्षिणी द्वीप का पश्चिमी भाग, टसमानिया मध्य मेडागास्कर, मध्य बोर्नियो, मध्य न्यूगिनी आदि में पाई जाती है।

इनमें वन सीमा के ऊपर टुण्ड्रा सदृश मिट्टियों के और उसके नीचे भस्ममृदा के लक्षण पाये जाते हैं।

इन मिट्टियों का आर्थिक महत्व वनों के कारण है। कहीं २ पर पर्वतों के निचले ढालों पर उत्तल बनाकर तथा घाटियों में चावल तथा अन्य फसले उत्पन्न की जाती हैं। चाय का उत्पादन भी इन्हीं मिट्टियों से सम्बन्धित है।

५ मिट्टियों के वर्गीकरण के आधार

उपर्युक्त सामान्य वर्गीकरण के अतिरिक्त अनेक आधारों पर मिट्टियों के वर्गीकरण किये जा सकते हैं उदाहरण के लिये संरचना, वर्ण, रासायनिक रचना, वयन (Texture), मूलशिला, उद्भव, स्थिति जलवायु, वनस्पति, खनिज-रचना आयु, ऊँचाई आदि। इन सबकी विवेचना यहाँ संभव नहीं है। इनमें से केवल दो वर्गीकरण संक्षेप में, आगे दिये जा रहे हैं।

६ संरचना के अनुसार मिट्टियों का वर्गीकरण

संरचना के विचार से मिट्टियों को निम्नलिखित वर्गों में बाँटा जा सकता है—

(१) **रेतीली अथवा बलुही मिट्टियाँ (Sandv soils)**—इनमें रेत की मात्रा ६० प्रतिशत से अधिक होती है तथा मृत्तिका कठिनता से १०-१२ प्रतिशत होती है।

(२) **मृण्मय मिट्टियाँ (Clayey soils)**—इनमें मृत्तिका की मात्रा दो-तिहाई से अधिक होती है।

(३) **दोमट मिट्टियाँ (Loamy soils)**—यह मिट्टी उपर्युक्त दोनों प्रकार की मिट्टियों का मिश्रण है। यदि इसमें रेत का अनुपात अधिक होता है तो इसे रेतीली दोमट कहते हैं। दूसरी ओर यदि इसमें मृत्तिका का अनुपात अधिक होता है, तो इसे मृत्तिकामय दोमट कहते हैं।

(४) **चूर्णमय मिट्टियाँ (Calcareous Soils)**—इन मिट्टियों में चूने का अनुपात अधिक होता है।

(५) **चर्नोजैम (Chernozem)**—इनमें वनस्पति तत्व का अनुपात अधिक होता है।

७ उद्भव के स्थान के सन्दर्भ में मिट्टियों का वर्गीकरण

इस आधार पर मिट्टियों के दो वर्ग किये जा सकते हैं —

(१) **तत्रस्थ मिट्टियाँ (Sedentary Soils)**—इस वर्ग के अन्तर्गत वे मिट्टियाँ आती हैं, जो अपने उद्भव के स्थान पर स्थिर रहती हैं।

- (२) परिवाहित मिट्टियाँ (Transported Soils)—इस वर्ग के अन्तर्गत वे मिट्टियाँ आती हैं, जो जल, हिमानी, वायु आदि परिवाहन के विभिन्न अभिकर्त्ताओं द्वारा अपने उद्भव के स्थान से अन्यत्र स्थानान्तरित कर दी जाती हैं।

८ खनिज-रचना के अनुसार मिट्टियों का वर्गीकरण

इस दृष्टि से, मिट्टियों के स्थूल रूप से दो वर्ग किये जा सकते हैं —

- (१) पैडोकैल्स (Pedocals)—कैल्शियम वाहक मिट्टियों को कहते हैं।
 (२) पैडालफर्स (Pedalfers)—अल्यूमीनियम तथा लौह वाहक मिट्टियों को कहते हैं।

९ कृषि की दृष्टि से वर्गीकरण

कृषि के दृष्टिकोण से मिट्टियों के सामान्यतः दो विभाग किये जाते हैं —

- (१) आम्लिक मिट्टियाँ (Acidic Soils)—ये मिट्टियाँ चावल, चाय, आदि के उत्पादन के लिये अनुकूल होती हैं।
 (२) क्षारीय मिट्टियाँ (Basic Soils)—ये मिट्टियाँ गेहूँ, कपास, सोरघ्यूप आदि के उत्पादन के लिये अनुकूल होती हैं।

१० आयु के अनुसार वर्गीकरण

आयु के अनुसार मिट्टियों के तीन भेद किये जा सकते हैं—(१) नवीन मिट्टियाँ (२) प्रौढ मिट्टियाँ तथा (३) प्राचीन मिट्टियाँ।

इक्कीसवाँ परिच्छेद

भूमि के अपक्षरण की समस्या (THE PROBLEM OF SOIL EROSION)

१ भूमि क्या है

भूमि का अर्थ है पृथ्वी की पर्पटी का सबसे ऊपर वाला स्तर, जिसमें पेड़-पौधों के जीवन के लिये आवश्यक खनिज एवं रासायनिक पदार्थ तथा अन्य प्रकार की पौष्टिक ओजोन-सामग्री रहती है। इसकी गहराई कुछ ही इंच होती है।

यदि पृथ्वी का यह बहुमूल्य स्तर, जिसे हमने भूमि की सजा दी है, एक बार नष्ट हो जाता है तो उसकी पुनःस्थापना के लिये अनेकों वर्ष लग जाते हैं और कभी-कभी तो उसका पुनःस्थापन होता ही नहीं अर्थात् वह सदा के लिये नष्ट हो जाता है।

२ अपक्षरण का अर्थ और उसके साधन

वर्षा के कारण भूमि का कुछ भाग घिसकर बह जाता है। यही अपक्षरण है। वायु द्वारा भी भूमि के कण हटते रहते हैं। हिमनदियों द्वारा भी यह क्रिया होती है, किन्तु स्पष्ट है कि हमारे देश में भूमि के अपक्षरण का प्रधान साधन जल ही है।

३ अपक्षरण की समस्या का महत्व

भारत जैसे कृषि-प्रधान देश में भूमि का महत्व हीरा-मोती से भी बढ़कर है। विशेषकर आधुनिक काल में जब देश के भोजन की समस्या इतनी जटिल हो रही है इसका महत्व और भी बढ़ जाता है।

भूमि के अपक्षरण से केवल पृथ्वी का स्तर ही नष्ट नहीं होता, वरन् मानवमात्र के जीवन का स्तर गिर जाता है। विज्ञान द्वारा अस्थायी रूप से उपज बढ़ाई जा सकती है, किन्तु जहाँ एक बार भूमि का अपक्षरण आरम्भ हुआ—फिर वह उस समय तक नहीं रुकता, जब तक समस्त भूमि पूर्णरूपेण नष्ट नहीं हो जाती। निश्चय ही, मरुस्थल में कोई भी राष्ट्र उन्नति नहीं कर सकता। यही कारण है, कि भूमि के अपक्षरण को सर्पी-मृत्यु (Creeping death) कहा गया है, जो उचित है।

इस समस्या की महत्ता का अनुमान इसी से लगाया जा सकता है, कि इस समय भारतवर्ष में लगभग पन्द्रह करोड़ एकड़ भूमि अपक्षरण से प्रभावित है।

४ अपक्षरण का वेग

अपक्षरण का वेग भूमि की संरचना, ढाल और वर्षा की मात्रा पर निर्भर है। यदि भूमि कोमल अथवा घुलनशील पदार्थों से बनी हुई हो अथवा उसके कण असम्बद्ध हों, तो अपक्षरण अधिक होता है। दूसरी ओर कठोर एवं अघुलनशील शिलाओं में तथा परस्पर सम्बद्ध कणों द्वारा निर्मित भूमि में अपक्षरण की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है। समतल भूमि की अपेक्षा ढालू भूमि में अपक्षरण अधिक होता है। ढाल जितना ही अधिक प्रपाती होता है, अपक्षरण भी उतना ही अधिक होता है। अपक्षरण का प्रमुख साधन जल है, अतएव यह भी स्पष्ट है, कि साधारणतः उन क्षेत्रों में जहाँ वर्षा अधिक होगी, अपक्षरण अधिक होगा।

५ अपक्षरण के प्रकार

भूमि का अपक्षरण दो प्रकार से होता है। कभी-कभी ऐसा होता है, कि वर्षा के कारण भूमि का सबसे ऊपर का पर्त घिसकर बह जाता है। फिर दूसरे पर्त की भी यही दशा होती है और यह क्रम चला करता है। इस प्रकार पतले स्तरों के रूप में भूमि के नष्ट होने को हम 'स्तर-अपक्षरण' (Sheet Erosion) कहते हैं।

बहुधा ऐसा होता है कि वर्षा द्वारा प्राप्त जल भूपृष्ठ पर नाले के रूप में बहने लगता है। तदनन्तर उसमें दायी और बाँयी ओर से नालियाँ मिलती हैं। इस प्रकार कालान्तर में नाले-नालियों का एक जाल सा बिछ जाता है। नाले-नालियों के पथ अथवा खड्ड को जलदरी अथवा Gully की सजा दी गई है। इस प्रकार के अपक्षरण को जिसमें जलदरियाँ

(Gullies) अस्तित्व में आजाती हैं, हम जलदरी-अपक्षरण या Gully Erosion कहते हैं। इस प्रकार का अपक्षरण जहाँ एक बार आरम्भ हुआ, फिर उस समय तक नहीं रुकता जब तक कि समस्त क्षेत्र जलदरियों से पट नहीं जाता और भूमि



चित्र १६०—दरी अपक्षरण (Gully erosion) का आरम्भ

कृषि के लिये सर्वथा व्यर्थ नहीं हो जाती। कानपुर से झांसी जाते समय कालपी के निकट रेल की खिडकी से जलदरियाँ ही जलदरियाँ दिखलाई देती हैं।

६ वनस्पति का महत्व

वनस्पति अपक्षरण से भूमि की रक्षा करती है। यदि पृथ्वी के ऊपर वनस्पति का आवरण होता तो वर्षाजल तीव्र वेग और शक्ति के साथ पृथ्वी पर टकराता। फल यह होता कि अपक्षरण की क्रिया बड़े वेग से चलती। किन्तु वनस्पति के आवरण के कारण वर्षा के जले का वेग और बल दोनों ही क्षीण हो जाते हैं। इस प्रकार वनस्पति भूमि को अधिक मात्रा में नष्ट होने से बचाती है। यही नहीं, अन्य रीतियों से भी वह इस दिशा में सहायक होती है। उदाहरण के लिये—पेड़-पौधे वर्षाजल का शोषण करते हैं। उनके माध्यम द्वारा यह जल जबो तक पहुँचता है और क्षरणो या नालों के रूप में पुनः प्रकट होता है। बाढ़ के बल और वेग को भी जल-प्रवाह के पथ में पड़नेवाले पेड़-पौधे कम कर देते हैं।

उपर्युक्त कथन से यह स्पष्ट है कि वनस्पति का नष्ट होना भयानक विपत्ति का आमत्रण है। इससे केवल बाढ़ ही नहीं आती, वरन पृष्ठ की बहुमूल्य भूमि भी जिनपर पेड़-पौधों का जीवन-निर्भर है, नष्ट हो जाती है।

७ भूमि के अपक्षरण के कारण

अब हम भूमि के अपक्षरण के प्रमुख कारणों की विवेचना करेंगे —

(१) वनों का विनाश—इसका उल्लेख तो किया ही जा चुका है, कि वनस्पति के नष्ट हो जाने से भूमि के अपक्षरण का परिमाण और वेग बढ़ जाता है।

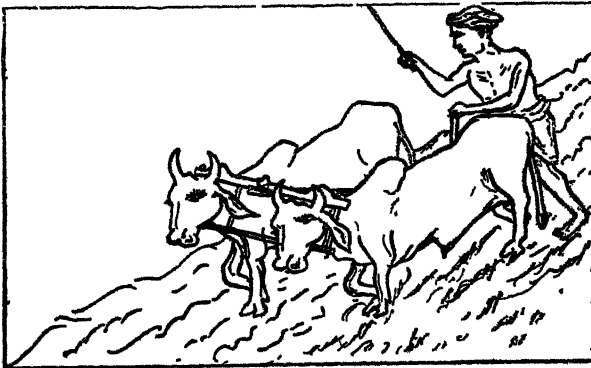
(२) जानवरों द्वारा घास एव पेंड़-पौधों का अतिभक्षण (Overgrazing)—वनस्पति को किसी भी रूप में नष्ट होने देने का अर्थ है—भूमि के अपक्षरण को निमित्त करना। भारतवर्ष की जलवायु ऐसी है कि यहाँ पर वर्षा ऋतु केवल चार महीने की होती है—फिर दीर्घकाल तक वर्षा नहीं होती अतएव घास के दुबारा उगने का प्रश्न ही नहीं उठता। अप्रैल-मई के महीनों में तो घास मिलना समस्या बन जाती है। इसके अतिरिक्त भेड़-बकरियाँ पौष्टिक एव अच्छे गुणों वाली घास को आरम्भ में ही समाप्त कर देती है। बाद में बहुत ही निकृष्ट श्रेणी की घास बच रहती है और उन पर ही जानवरों को निर्भर होना पड़ता है।

इस सम्बन्ध में इस तथ्य का उल्लेख अनुचित न होगा कि जहाँ भारतवर्ष सप्ताह के समस्त स्थल-क्षेत्र का केवल तीसवाँ अंश है, वहाँ सप्ताह के ७० करोड़ घास पर निर्भर रहने वाले जानवरों में से २० करोड़ से अधिक भारत में ही विद्यमान हैं।

(३) कृषि की स्थानान्तरण प्रणाली (Shifting Cultivation) आसाम और बंगाल के कुछ भागों में अब भी इस दोषपूर्ण प्रणाली से कृषि होती है। इस प्रकार की खेती में कृषक प्रति वर्ष कृषि के लिये वन का एक नवीन भाग चुन लेता है। फिर वह आग लगाकर वहाँ की वनस्पति नष्ट कर देता है। वनस्पति की राख से भूमि की उर्वरता बढ़ जाती है। दूसरे वर्ष वह स्थल त्याग दिया जाता है और वन का दूसरा भाग खेती के लिये चुन लिया जाता है। फिर आग लगाकर वहाँ की भी वनस्पति नष्ट कर दी जाती है। यही क्रम चलता रहता है। इस प्रकार कृषि के स्थानान्तरण से बहुमूल्य वन नष्ट होते जा रहे हैं और भूमि के अपक्षरण की समस्या दिनो दिन भयंकर और जटिल होती जा रही है।

(४) ढाल का दोषपूर्ण प्रयोग—ढाल के अनुरूप खेती के पौधों की पक्तियों की व्यवस्था करने से भी अपक्षरण बढ़ जाता है। भारतवर्ष के अनेक क्षेत्रों में आलू की खेती इसी प्रकार होती है।

इससे बहुमूल्य भूमि बड़े वेग से नष्ट होती जा रही है। ढाल क्षेत्रों में खेती करने के लिये उत्तल



(Terrace) बनाना आवश्यक है और पौधों की पक्तियों को ढाल के प्रति

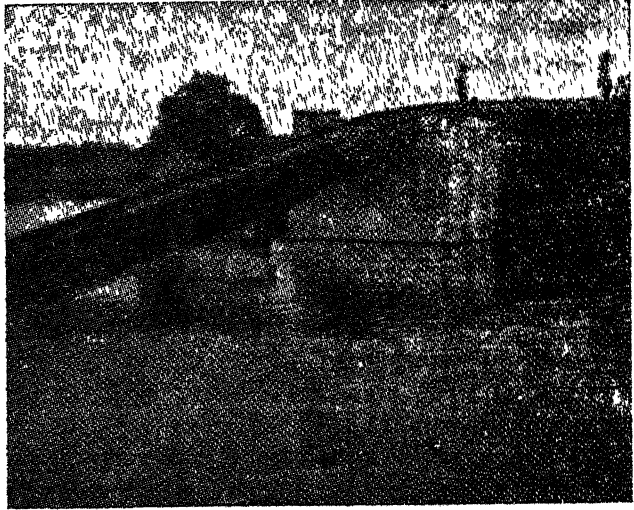
चित्र १६१—ढाल का दोषपूर्ण प्रयोग

समकोण बनाना चाहिये। ऐसी दशा में अपक्षरण कम होता है।

८ अपक्षरण का प्रभाव

‘अब हम अपक्षरण के प्रभाव का विचार करेंगे’—

(१) बाढ़—वनो के नष्ट हो जाने से भूमि का अपक्षरण बढ़ जाता है। वनस्पति का आवरण वर्षा-जल के वेग और बल को क्षीण कर देता है, जिससे भूमि अपेक्षाकृत कम नष्ट होती है। इसके अतिरिक्त वनस्पति वर्षा-जल का शोषण करती है। पेड़ों के माध्यम द्वारा वर्षा-जल पृथ्वी के अन्दर जाता है। वनस्पति के नष्ट हो जाने से समस्त वर्षा-जल निर्विघ्न रूप से प्रवाहित होता है और इस प्रकार जल की मात्रा बढ़ जाने से बाढ़ आना स्वाभाविक ही है। विगत महायुद्ध के दिनों में विदेशी शासकों ने युद्ध की सामग्री बनाने के लिये हिमालय-प्रदेश से मनमानी लकड़ी कटवायी और उसका



चित्र १६२—बाढ़ का फल

(सन् १९५४ ई० की वर्षा ऋतु की बाढ़ से कमटीखुरगी और जोसी स्टेशनों के बीच में स्थित उ० पू० रेलवे का पुल टूट गया।) फल हम आज भोग रहे हैं। पहले कभी ऐसी बाढ़ नहीं आया करती थी, जैसी अब प्रति वर्ष आती है।

(२) वर्षा की मात्रा कम हो जाना—वृक्ष सूर्य की किरणों के पथ में बाधक होते हैं जिससे पृथ्वी पर पहुँचने वाले ताप की मात्रा घट जाती है। वृक्षों के नष्ट हो जाने से सूर्य की किरणें सीधे पृथ्वी पर पड़ती हैं और उसे गरम करती हैं। पृथ्वी के गरम होने से पृष्ठ की वायु हल्की होकर ऊपर उठती है। यह वायु वायु-मण्डल के वाष्पमय बादलों को दूर हटा देती है और इस प्रकार वर्षा की मात्रा घट जाती है।

(३) भूमिगत जल (Underground Water) का तल नीचा होना—जैसा कि उल्लेख हो चुका है वर्षा-जल पेड़ों के माध्यम द्वारा ही पृथ्वी के अन्दर प्रविष्ट

होता है। वनस्पति के नष्ट हो जाने से यह क्रिया बन्द हो जाती है। पृष्ठ की भूमि के घिस जाने से नीचे की अभेद्य और कठोर शिलायें ऊपर आ जाती हैं, जिनमें जल का पारण सम्भव नहीं है। अतएव, भूमिगत जल का समतल क्रमशः नीचा होता जाता है। इसका फल यह होता है कि कुछ दिनोंदिन सूखते जाते हैं। झरनों का भी यही भविष्य होता है।

(४) वन के पक्षियों और जीवों का क्षीण होना—जब वन ही न रहेगे, तो उनके जीव और पक्षी किस प्रकार रह सकते हैं? नवीन वातावरण उनके लिये घातक सिद्ध होता है। राष्ट्र की सम्पत्ति और समृद्धि में वन के जीवों और पक्षियों का महत्वपूर्ण स्थान है। इनका नष्ट हो जाना देश के लिये कल्याणकारी नहीं है।

(५) वायु द्वारा अपक्षरण—वायु अपक्षरित भूमि के कणों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाती है। उदाहरणार्थ शिवालिक पर्वत के क्षेत्र में वनों के नष्ट हो जाने से भूमि का अपक्षरण हुआ है। वायु वहाँ की अपक्षरित भूमि के कणों को जलन्धर के दोआब में परिबाहित करती रहती है। इसका फल यह है कि जलन्धर के दोआब की बहुमूल्य भूमि की उर्वरता परिबाहित रेत के कारण क्रमशः क्षीण होती जा रही है।

(६) मरुस्थल का प्रसार—वायु की क्रिया का दूसरा भयकर स्वरूप है—मरुस्थल का प्रसार। राजपूताना के मरुस्थल के कण वायु द्वारा सीमावर्ती क्षेत्रों में परिबाहित होते रहते हैं और इस प्रकार धीरे-धीरे मरुस्थल फैल रहा है। राजपूताना का मरुस्थल प्रति वर्ष १०० वर्ग मील बढ़ रहा है। उत्तर प्रदेश के मथुरा और आगरा जिले बूरी तरह से प्रभावित हैं और यदि मरुस्थल के प्रसार को रोका नहीं गया तो आश्चर्य नहीं, कि वे भी कुछ सहस्र वर्षों में मरुस्थल में पूर्णतः परिणत हो जायें।

(७) जलाशयों में रेत का एकत्र होना—यदि नदी के ऊपरी प्रदेश में अपक्षरण अधिक होता है, तो नदी अपने साथ अपक्षरित भूमि को बहा ले आती है। यदि नदी के पथ में बाँध और जलाशय होते हैं, तो यह रेत जलाशय में इकट्ठी होती रहती है। इससे जलाशय क्रमशः उथले होते रहते हैं और इस प्रकार जलपूर्ति (Water Supply) की मात्रा घट जाती है। ऐसी दशा में उन्हें कुछ वर्षों के कालान्तर में साफ करना आवश्यक होता है।

(८) सिंचाई और जलविद्युत पर प्रभाव—नदियों में वर्षा ऋतु में बाढ़ आ जाने का दूसरा भयकर परिणाम यह होता है कि वर्ष के शेष भाग में उनमें पानी की मात्रा घट जाती है। इससे नहरों और विद्युत-उत्पादन दोनों पर प्रभाव पड़ता है। नहरों में पानी कम हो जाने से सिंचाई ठीक तरह से नहीं हो पाती। जल की मात्रा के कम हो जाने से विद्युत-उत्पादन की मात्रा घट जाती है।

(९) यातायात के साधनों पर प्रभाव—बाढ़ से यातायात के साधनों को बड़ी हानि पहुँचती है। सड़कों का खराब हो जाना और रेल की पटरियों का प्रभावित होना तो साधारण सी बात है, कभी कभी बाढ़ के वेग से पुल नष्ट हो जाते हैं तथा बाँध टूट जाते हैं। सन् १९५५ की बाढ़ से आजमगढ़ का लालडिगी बाँध टूट गया।

(१०) जीवन यापन के स्तर का गिरना—हमारे देश के निवासियों के जीवन-निर्वाह का स्तर ससार के अन्य उन्नत देशों की तुलना में वैसे ही लगभग सबसे नीचा है। हमारी राष्ट्रीय सरकार इसे ऊपर उठाने के लिये सतत प्रयत्न कर रही है। उपर्युक्त

दिवेचना से स्पष्ट है कि जीवन स्तर को नीचा करने में भूमि के अपक्षरण का भी महत्वपूर्ण हाथ है। चरागाहों का नष्ट होना और कृषि की उपज का घटना अपक्षरण के ही दुष्परिणाम हैं। घास के घट जाने से गाय-भैंसों का स्वास्थ्य प्रभावित होता है और वे कम दूध देती हैं। वनों के नष्ट हो जाने से बहुमूल्य लकड़ियाँ, जीव एवं पक्षी तथा भैषज्य जड़ी-बूटियाँ सदा के लिये लुप्त हो जाती हैं। मनुष्य और जानवर दोनों को ही पर्याप्त भोजन नहीं मिलता। अतएव जीवन-यापन के स्तर का गिरना स्वाभाविक ही है।

९ उपाय

अब प्रश्न यह है कि भूमि के अपक्षरण को कैसे रोका जाय। अपक्षरण के लिये ये उपाय अपेक्षित हैं —

(१) वनस्पति का पुनः स्थापन—जहाँ कहीं भी वनस्पति नष्ट हुई हो, उसे तुरन्त वहाँ स्थापित किया जाय। वनों से जितने वृक्ष काटे जायें, उतने ही नवीन वृक्ष लगा दिये जायें। इस सम्बन्ध में श्री कन्हैयालाल माणिकलाल मुन्शी का 'वन महोत्सव' का कार्यक्रम नितान्त स्तुत्य है और सही दिशा में सही कदम है।

(२) जहाँ पर भी ढाल हो वहाँ खेती के लिये उच्चल (Terraces) बनाये जाय।



चित्र १६३—उत्तलो (Terraces) की व्यवस्था

(३) बाढ़ रोकने के लिये बाँध बनाये जायें। इन बाँधों में संचित जल अनेक प्रकार से उपयोग में लाया जा सकता है।

(४) अपक्षरण द्वारा जो भूमि नष्ट हो रही है, उसे पुनः प्राप्त (Reclaim) किया जाय। जलदरियों (Gullies) के पाटने के लिये मशीनों का प्रयोग भी अभीष्ट है।

(५) कृषि की दोषपूर्ण प्रणालियाँ त्याग दी जायें—उदाहरण के लिये स्थानान्तरण की खेती (Shifting cultivation) तुरन्त रोक दी जाय।

१० भारतवर्ष में भूमि के अपक्षरण की दशा

अब हमें भारतवर्ष में भूमि के अपक्षरण की दशा का सक्षिप्त अध्ययन करेगे। अपक्षरण की दृष्टि से भारतवर्ष को तीन भागों में बाँटा जा सकता है—

- १ हिमालय प्रदेश
- २ सिन्ध-गंगा का मैदान
- ३ प्रायद्वीपीय भारत

१ हिमालय प्रदेश

इसके पुन तीन विभाग किये जा सकते हैं—(१) पूर्वी हिमालय (२) मध्य हिमालय तथा (३) पश्चिमी हिमालय।

(१) पूर्वी हिमालय

पूर्वी हिमालय के प्रदेश में भूमि के अपक्षरण के मुख्य कारण ये हैं—

(१) वनस्पति का नष्ट होना—इसका एक फल यह है कि यहाँ से प्रवाहित होने वाली नदियों में बाढ़ बहुत आती है।

(२) स्थानान्तरण की खेती (Shifting cultivation)—जो आज भी आसाम और बंगाल के कुछ भागों में प्रचलित है।

(३) वर्षा का आधिक्य—जिससे अपक्षरण अधिक होता है।

(२) मध्य हिमालय

उत्तर प्रदेश के उत्तरी भाग की दशा इतनी बुरी नहीं है, जितनी पूर्वी हिमालय प्रदेश की। यहाँ पेड़ इतनी लापरवाही से नहीं काटे गये हैं। खेती के लिये ढालों पर उत्तल (Terraces) बनाये गये हैं। काठगोदाम से नैनीताल जाते समय ऐसे अनेक उत्तल दृष्टिगोचर होते हैं।

(३) पश्चिमी हिमालय

यहाँ की शुष्क जलवायु आंशिक रूप से भूमि के अपक्षरण के लिये उत्तरदायी है। दीर्घकाल तक वर्षा न होने से तथा वर्षा की मात्रा कम होने से भूमि की पेड़-पौधों को बढ़ करने की शक्ति नष्ट हो जाती है। कम वर्षा का एक दूसरा परिणाम है—भेड़-बकरियों द्वारा घास का अतिभक्षण। इसके अतिरिक्त यहाँ भी असावधानी से वनस्पति नष्ट की गई है। इन्हीं सब कारणों से यहाँ भूमि का अपक्षरण बहुत होता है।

२ सिन्ध—गंगा का मैदान

यहाँ पर प्रवाहित होने वाली प्राय सभी नदियाँ हिमालय पर्वत से निकलती हैं। इसका उल्लेख तो ही चुका है कि हिमालय-प्रदेश में बिना सोच-विचार किये लापरवाही के साथ जंगल काटे गए हैं। इसका फल यह होता है कि इन नदियों में प्रति-वर्ष भयानक बाढ़ आती है।

पंजाब की नहरों में वायु के परिवाहन द्वारा बहुत सी रेत एकत्र होती रहती है, जिससे उनकी गहराई क्रमश घटती रहती है।

३. प्रायद्वीपीय भारत

इस क्षेत्र में स्तर-अपक्षरण (Sheet Erosion) अधिक महत्वपूर्ण है। कहीं-कहीं पर भेड़-बकरियों के अतिभक्षण (Overgrazing) द्वारा वनस्पति नष्ट हो गई है। किन्तु सतोंष का विषय यह है कि यहाँ सिंचित क्षेत्रों (Irrigated Areas) में काफी बाँध बनाये गये हैं तथा नील-गिरि के चाय के प्रदेश में उत्तल (Terraces) की सुन्दर व्यवस्था है।

बाइसवाँ परिच्छेद

भारतवर्ष के भौम्याकारिकीय विभाग

(Physiographic Divisions of India)

१. भौम्याकारिकीय विभाग

भौम्याकारिकी की दृष्टि से भारतवर्ष के तीन विभाग किये जा सकते हैं —

- (१) प्रायद्वीपीय भारत अर्थात् विन्ध्य-श्रेणियों दक्षिण का भाग।
- (२) अप्रायद्वीपीय भारत अर्थात् हिमालय प्रदेश जो हिमालय पर्वत की श्रेणियों से निर्मित है।
- (३) सिन्धु गंगा का मैदान—उपर्युक्त दोनों विभागों को पृथक् करता है। यह विभाग सिन्धु (प० पाकिस्तान) में सिन्धु नदी की घाटी से लेकर आसाम में ब्रह्मपुत्र नदी की घाटी तक फैला हुआ है।

२. प्रायद्वीपीय तथा अप्रायद्वीपीय भारत

इन भौमिकीय विभागों की निजी विशेषताये हैं, जिनका अध्ययन चार शीर्षकों के अन्तर्गत किया जा सकता है —

- (क) स्तृत भौमिकीय (Stratigraphic)
- (ख) रचनाभौमिकीय (Geotectonic)
- (ग) भौम्याकारिकी के विभेदन (Diversity in Physiography)
- (घ) भूपर्पटी की कोटि (Type of Earth-Crust)

(क) स्तृत भौमिकीय (Stratigraphic)

स्तृत-भौमिकी (Stratigraphy) भूगर्भ-शास्त्र की एक शाखा है। इसके अन्तर्गत विभिन्न भूभागों के भौमिकीय इतिहास (Geological History) का अध्ययन किया जाता है। जब से पृथ्वी की उत्पत्ति हुई, तब से लेकर आज तक के काल को भूगर्भ-वेत्ताओं ने निम्नलिखित कल्पों तथा युगों में विभाजित किया है —

कल्प (Eras)	युग (Periods)
६ तृतीय कल्प (Quaternary)	अभिनव (Recent)
	प्रातिनूतन (Pleistocene)
५ तृतीयक कल्प (Tertiary)	अतिनूतन (Pliocene)
	मध्यनूतन (Miocene)
	आदिनूतन (Oligocene)
	प्रादिनूतन (Eocene)

४ मध्य कल्प (Mesozoic)	{ क्रिटेशियस (Cretaceous) जूरासिक (Jurassic) ट्रायसिक (Triassic) परमियन (Permian)
३ पुराकल्प (Palaeozoic)	
२ उष कल्प (Eozoic)	
१ आद्य कल्प (Archaeon)	
	{ आदि (Algonkian) { आद्य (Archaeon)

स्तत-भौमिकी की दृष्टि से प्रायद्वीपीय भारत कैम्ब्रियन युग से निरन्तर स्थल-पुञ्ज रहा है, किन्तु अप्रायद्वीपीय भारत अधिकांश काल में समुद्र में डूबा रहा है।

(ख) रचना-भौमिकीय (Geotectonic)

रचना भौमिकीय अध्ययन से हमें विदित होता है कि प्रायद्वीपीय भारत की शिलायें क्षैतिज दिशा में व्यवस्थित हैं, जबकि अप्रायद्वीपीय भारत की शिलाओं में भजन (Folding) तथा विभगन (Faulting) का प्रक्रियाये बहुत अधिक मात्रा में घटित हुई हैं।

(ग) भौम्याकारिकी के विभेदन

भौम्याकारिकी (Physiography) की दृष्टि से प्रायद्वीपीय भारत के अधिकांश पर्वत अवशिष्ट (Relict) प्रकार के हैं। अन्य शब्दों में ये पर्वत शिलाओं के कठोर पुञ्जों के अवशेषों को प्रदर्शित करते हैं, जो ऋतुक्षरण और अपनयन से बच गये हैं। प्रायद्वीपीय भारत की नदी-घाटियाँ चौड़ी और उथली हैं क्योंकि इन नदियों ने अपने आधार-समतल (Base Level) को प्राप्त कर लिया है। अप्रायद्वीपीय भारत के पर्वत अन्तःकृत (Tectonic) कोटि के हैं। अन्य शब्दों में उनकी उत्पत्ति भूपर्पटी के स्पष्ट उन्मज्जन से हुई है। अप्रायद्वीपीय भारत की नदियाँ यवा-वस्था में हैं, जिससे उनके लम्बवत अपक्षरण का वेग अधिक है।

(घ) भूपर्पटी की कोटि

चतुर्थ दृष्टिकोण से अर्थात् भूपर्पटी की कोटि के विचार से प्रायद्वीपीय भारत होस्ट (Horst)^१ का द्योतक है। जब दो सामान्य विभगो (Normal Faults) के मध्य का स्थलखण्ड ऊपर उठ जाता है, तब उसे हम होस्ट (Horst) कहते हैं। होस्ट बड़ी परिदृढता (Rigidity) का स्थिर (Stable) स्थलपुञ्ज होता है, जिस पर बाद के भौमिकीय युगों में घटित पर्वतकारक गतियों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। इसके विपरीत अप्रायद्वीपीय भारत अनम्य (Flexible) भूपर्पटी से निर्मित है, जो पर्वतीकरण की गतियों से बहुत प्रभावित हुआ है।

१—'होस्ट' के विशेष विवरण के लिये कृपया दूसरा परिच्छेद देखिये।

३ सिन्ध-गंगा का मैदान

सिन्ध-गंगा का मैदान यद्यपि आर्थिक दृष्टि से सबसे अधिक धनी है, तथापि भूगर्भशास्त्र के अध्ययन की दृष्टि से सबसे कम महत्व का है। इसके विषय में तीन विचारधाराये हैं —

(१) स्वैस (Suess) —के अनुसार यह एक अग्र-निम्नन (Fore-deep) है। अन्य शब्दों में, यह हिमालय पर्वत के आगे अस्तित्व में आया निम्नन है, जो बाद में, हिमालय पर्वत से प्राप्त अवसादों से भर गया।

(२) बुरार्ड (Burrard) —के अनुसार यह पृथ्वी की अनुपर्वटी में गहरी दरार-घाटी है जो बाद में व्यपघर्षण के निक्षेपों (Detrital Deposits) से भर गई।

(३) सबसे आधुनिक दृष्टिकोण—यह है कि यह भूपर्वटी के एक अवनमन (Sag) को प्रदर्शित करता है जो उत्तर की ओर प्रवाहित होनेवाले भारतीय स्थल-खण्ड और टेंथिस-सागर में एकत्र अपेक्षाकृत कोमल अवसादों के मध्य में स्थित था।

४ हिमालय पर्वत

(१) विस्तार

हिमालय पर्वत बलूचिस्तान (पश्चिमी पाकिस्तान) से लेकर आसाम तक फैला हुआ है। इसकी लम्बाई लगभग १५०० मील है तथा चौड़ाई १०० मील से लेकर २५० मील तक है।

(२) भौगोलिक विभाग

(क) अनुप्रस्थ प्रच्छेद

कर्नल बुरार्ड ने हिमालय पर्वत को चार विभागों में बाँटा है —

(१) पंजाबी विभाग, (२) कुमायूँ विभाग, (३) नैपाली विभाग, तथा (४) आसामी विभाग।

(१) पंजाबी विभाग—इसका विस्तार सिन्ध नदी से लेकर सतलज नदी तक है। इसकी लम्बाई लगभग ३५० मील है। इसकी सबसे ऊँची चोटी नंगा पर्वत (२६, ६२० फुट) है। पीर पंजाल इसकी दक्षिणी शाखा है।

(२) कुमायूँ विभाग—इसका विस्तार सतलज नदी से लेकर काली नदी तक है। इसकी उल्लेखनीय चोटियाँ नन्दा देवी, त्रिशूल, बद्रीनाथ, केदारनाथ, गयोत्री आदि हैं। इनमें नन्दादेवी (२५, ६४५ फुट) सबसे ऊँची है।

(३) नैपाली विभाग—इसका विस्तार काली नदी से लेकर तिस्ता नदी तक है। इसकी लम्बाई लगभग ५०० मील है। इसकी उल्लेखनीय चोटियाँ एवरैस्ट, कंचनजंगा, धौलागिरि, अन्नपूर्णा, गोसाईंथान आदि हैं। एवरैस्ट (२९, १४१ फुट) ससार का उच्चतम गिरि शिखर है।

(४) आसामी विभाग—इसका विस्तार, तिस्ता नदी से लेकर ब्रह्मपुत्र के मीड तक है। इसकी लम्बाई लगभग ४५० मील है। इसकी उल्लेखनीय चोटियाँ नामचा बरवा (२५, ४४५ फुट) तथा कुला कागडी (२४, ७८४ फुट) हैं।

(ख) अन्वैर्द्य प्रच्छेद (Longitudinal Section)

हिमालय पर्वत को दक्षिण से उत्तर की ओर चार प्रायः समाप्तान्तर कटि-बन्धों में बाँटा जा सकता है —

- (१) बाह्य हिमालय (The Outer Himalayas)
- (२) लघु हिमालय (The Lesser Himalayas)
- (३) मध्य हिमालय (The Central Himalayas)
- (४) पार-हिमालय (The Trans-Himalayas)

(१) बाह्य हिमालय—इसकी चौड़ाई ५ मील से लेकर ३० मील तक है तथा औसत ऊँचाई लगभग ३,००० फुट है। यह विभाग जगली तथा दलदली है।

(२) लघु हिमालय—इसकी चौड़ाई ४० मील से लेकर ५० मील तक है तथा ऊँचाई १२,००० फुट से लेकर १५,००० फुट तक है।

(३) मध्य हिमालय—इसकी औसत ऊँचाई २०,००० फुट है। इस विभाग में उच्चतम शिखर पाये जाते हैं।

(४) पार-हिमालय—इसकी औसत चौड़ाई लगभग २५ मील है। इसमें नदियों की घाटियाँ १४,००० फुट की ऊँचाई पर स्थित हैं।

(३) भौमिकीय विभाग

भूगर्भ शास्त्र की दृष्टि से हिमालय पर्वत के चार विभाग किये जा सकते हैं, जो क्रमशः दक्षिण से उत्तर की ओर स्थित हैं —

(१) शिवालिक—ये ऊपरी तृतीयक (Upper Tertiary) युग की शिलाओं से बने हैं।

(२) उप-हिमालय—इनके और शिवालिक के मध्य में मुख्य सीमा स्थित विभग (Main Boundary Fault) है। ये प्रि-कैम्ब्रियन से लेकर तृतीयक युग तक की रचनाएँ हैं।

(३) मुख्य हिमालय—ये पुराना युग की रूपान्तरित शिलाओं से बने हैं।

(४) तिब्बती हिमालय—इसकी शिलाएँ कैम्ब्रियन से लेकर प्रादिनूतन (Eocene) युग तक की हैं। ये शिलाएँ महासागरीय हैं तथा इनमें निखातक (Fossils) पाये जाते हैं।

(४) संरचना (Structure)

अभी तक सम्पूर्ण हिमालय पर्वत की संरचना का अध्ययन नहीं किया जा सका है। कुमायू के पूर्व के भाग का अभी तक किसी ने अन्वेषण नहीं किया। संभवतः इसका कारण यह है कि इस भाग में हिमालय का दक्षिणी ढाल बहुत प्रपाती है, तलहटी अत्यन्त सकीर्ण है तथा जलवायु प्रतिकूल है। हिमालय पर्वत की संरचना के विषय में जो कुछ भी हमारा वर्तमान ज्ञान है, उसका श्रेय सर्वश्री पिलग्रिम, वेस्ट, वाडिया, आर्डेन, हेडन, ओल्डैम बुरर्डि आदि विद्वानों को है।

पश्चिमी हिमालय में निम्नलिखित संरचनात्मक पेटियाँ पाई जाती हैं —

(१) बाह्य तथा उप-हिमालय (Outer and Sub Himalayas)—इसमें दो पेटियाँ हैं —

(क) शिवालिक पेटि—यह मध्य-मध्यनूतन (Mid Miocene) से लेकर निम्न प्रादिनूतन (Lower Pleistocene) तक के सरिता-निक्षेपों से बनी है। यह पेटि हिमालय पर्वत के सम्पूर्ण पद के अनुरूप फैली है। इसमें ज़रा प्रकार के भूज पाये जाते हैं।

(ख) सिरमूर पेट्टी—यह नैनीताल से उत्तर-पश्चिम की ओर फैली है। नैनीताल के पूर्व में यह अनुपस्थित है। यह तृतीयक (Tertiary) युग के उपहृद निक्षेप (Lagoon deposits) से बनी है। इसमें समाभिनत फज (Isoclinal Folds) पाये जाते हैं।

(२) मध्य हिमालय (Central Himalayas)—इसमें तीन पेट्टियाँ हैं —

(ग) पूर्वावस्थित पेट्टी (Autochthonous Belt)—पूर्वावस्थित पेट्टी ऐसी पेट्टी को कहते हैं जिसको शिलायें अपनी मूल स्थिति में रहती हैं अर्थात् वे स्थानान्तरित नहीं होता। अन्य शब्दों में यह पेट्टी पर्वतों के मूल की द्योतक है। इस पेट्टी की शिलायें कार्बोनिफ़ेरस युग से लेकर प्रादिनूतन (Eocene) युग तक की हैं। इसमें शायी भजन पाये जाते हैं। दक्षिण की ओर ये शिलायें तृतीयक युग की शिलाओं पर चढ़ गई हैं। पजाल वालकैनिक (Panzal Volcanic) तथा क्रोल सिरोज (Srol Series) की शिलायें पूर्वावस्थित पेट्टी के अन्तर्गत हैं।

(घ) पुराना युग की प्रच्छद पेट्टी (Purana Nappe Belt)—पूर्वावस्थित पेट्टी के पश्चिमी भाग में निखातक हीन स्लेट शिलायें उल्लिखित हैं।

(ङ) मणिभोय प्रच्छद पेट्टी (Crystalline Nappe Belt)—यह पेट्टी प्राचीन रूपान्तरित शिलाओं से निर्मित है। इसमें ग्रेनाइट के निरुद्धन (Intrusions) बहुत पाये जाते हैं।

(३) पार-हिमालय (Trans-Himalayas) इसमें केवल एक पेट्टी है :-

(च) तिब्बती पेट्टी—यह पेट्टी कैम्ब्रियन से लेकर प्रादिनूतन युग तक की महासागरीय शिलाओं से बनी है। इन शिलाओं में निखातक (Fossils) पाये जाते हैं। ये शिलायें टैथिस भूद्रोणी में अवसादों के एकत्र होने से बनी हैं।

(५) सरचनात्मक विशेषतायें

हिमालय पर्वत में निम्नलिखित सरचनात्मक विशेषतायें पायी जाती हैं —

(१) हिमालय पर्वत चाप की आकृति के हैं। यह चाप-प्रायद्वीपीय भारत की दिशा में उन्नतोदर है तथा तिब्बत की दिशा में नतोदर।

(२) हिमालय पर्वत में दो उल्लेखनीय मोड़ हैं। एक उ० प० में गिलगिट और नगा पर्वत के निकट है, जहाँ सिन्ध नदी मुड़ती है, दूसरा उ० पू० है, जहाँ ब्रह्मपुत्र मुड़ती है।

(३) हिमालय पर्वत के ढाल दक्षिण की ओर प्रपाती हैं और उत्तर की ओर मन्द।

(४) सामान्य अभिलम्बा (Strike) की दिशा उ० प० से द० पू० है।

(५) सम्पूर्ण हिमालय की लम्बाई के अनुरूप करमीर से लेकर आसाम तक एक विपरीत विभाग चला गया है, जिसे मुख्य सीमा स्थित विभाग (Main Boundary Fault) की सज्ञा दी गई है। यह विभाग शिवालिक शिलाओं को अपेक्षाकृत प्राचीन शिलाओं से पृथक करता है।

(६) मुख्य सीमा स्थित विभाग के अनुरूप भूपर्पटी में गतियाँ होने के कारण हिमालय प्रदेश भूकम्प की पेट्टी में आता है।

(७) कुछ नदियों ने हिमालय पर्वत के आरपार गहरी और प्रपाती पार्ष्वों वाली घाटियाँ बनाई हैं। संभवत ये नदियाँ पूर्वगामी प्रवाह (Antecedent Drainage) की द्योतक हैं।

(५) उद्भव (Origin)

पुराकल्प का पुराभूगोल (Palaeo-geography of the Palaeozoic Era)—मध्य पुराकल्प में स्थल और जल का वितरण इस प्रकार था —

(क) द० अमरीका, अफ्रीका, प्रायद्वीपीय भारत, आस्ट्रेलिया और अण्टार्कटिका एक दूसरे से जुड़े हुए थे और एक महान स्थलखण्ड का निर्माण करते थे, जिसे 'गोण्डवानालैण्ड' (Gondwanaland) की सजा दी गई है।

(ख) दूसरी ओर उ० अमरीका, योरप और एशिया एक दूसरे से जुड़े हुए थे और एक दूसरे स्थलखण्ड का निर्माण करते थे जिसे 'लॉरेशिया' (Laurasia) की सजा दी गई है।

लॉरेशिया उत्तर में था और गोण्डवानालैण्ड दक्षिण में और इनके मध्य में एक सगरा सा सागर था, जिसे भूगर्भ-वेत्ताओं ने टैथिस सागर (Tethys Sea) की सजा दी है।

हिमालय के विकास का इतिहास—टैथिस सागर में लॉरेशिया और गोण्डवानालैण्ड की नदियों द्वारा लाये गये अवसाद से हिमालय पर्वत बना है। उसके विकास में वे सभी प्रावस्थायें हुईं, जिनकी विवेचना ५५ वे परिच्छेद में 'भूदोषी विषयक उपकल्पना' के अन्तर्गत की गई है।

अग्र प्रदेश तथा पृष्ठ प्रदेश—हिमालय पर्वत के बनने के लिये तिब्बत की दिशा से दबाव पड़ और प्रायद्वीपीय भारत ने उसे रोका। अतएव हिमालय के निर्माण में तिब्बत पृष्ठ प्रदेश (Hinterland) था और द० पठार अग्रप्रदेश (Foreland) था।

हिमालय पर्वत का उन्मज्जन—हिमालय पर्वत एक बार में ऊपर नहीं उठा है। उसका प्रथम उन्मज्जन मध्य-प्रादिनूतन (Mid Eocene) युग में हुआ। इसके फलस्वरूप जलज शिलाओं की मध्यवर्ती मणिभोय अक्ष (Central Crystalline Axis) ऊपर उठी। दूसरा उन्मज्जन मध्यनूतन (Miocene) युग के मध्य में हुआ। इसके फलस्वरूप लघु-हिमालय की श्रेणियाँ ऊपर उठीं। तीसरा उन्मज्जन अतिनूतन (Pliocene) युग में हुआ। इसके फलस्वरूप शिवालिक श्रेणियाँ ऊपर उठीं तथा हिमालय पर्वत का वर्तमान विन्यास अस्तित्व में आ गया।

द्वितीय खण्ड

उदाधि

(THE OCEAN)

Introduction

It is with great pleasure that I write this introduction to Professor J. P. Srivastava's treatise on oceans entitled 'Udadhi'. Professor Srivastava worked as a lecturer in Geography in Nagpur University for a session and in that capacity he demonstrated a remarkable ability in handling courses in Physical Geography. He has a solid background both in Geology and Geography and in addition, he has made extensive studies in Hindi Literature. All this makes it evident that Professor Srivastava is an extremely competent person to write a treatise of this nature in Hindi. Advanced students of geography will find a great deal of information in this work and others will find it immensely interesting. There is no geographical aspect of the ocean which has not been dealt with and this small volume distills from a vast subject practically all facts and phenomena of interest and importance. Professor Srivastava possesses a clear and charming style and by writing this book he has made a very valuable contribution to the national language of the country. I heartily congratulate Professor Srivastava, my former colleague, for this laudable enterprise and wish to recommend his book to every student of Physical Geography.

Geography Department
Indiana University,
Bloomiug, U. S. A.
Sept. 20, 1954.

S. Mookerji.
*Formerly Head of the Department of
Geography, Nagpur University
At present—Exchange Visitor under
Fulbright Act,
Indiana University, U. S. A.*

लेखक की ओर से

निवेदन

प्रस्तुत खण्ड 'उदधि' से महासागरो पर भौगोलिक दृष्टिकोण से विचार किया गया है।

× × ×

भूपृष्ठ का ७१ प्रतिशत भाग जल द्वारा आच्छादित है। इसीसे महासागरो की महत्ता प्रकट है।

× × ×

हम भारतवासियों के लिये यह गर्व, गौरव एवं गरिमा का विषय है कि सप्तर मे सर्व प्रथम मर्यादा पुरुषोत्तम रामचन्द्रजी ने महासागर पर पूर्ण विजय प्राप्त की थी—

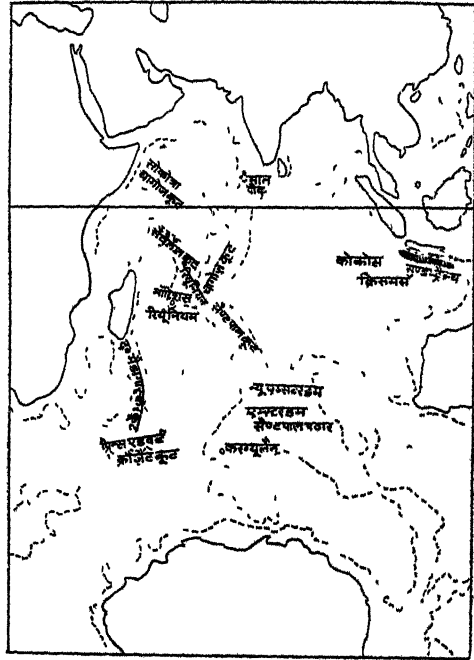
'बान्धो बन निधि, नीर निधि, जलधि, सिन्ध, बारीस।

सत्य तोयनिधि, कम्पति, उदधि, पयोधि, नदीस ॥'

× × ×

नागपुर विश्वविद्यालय के भूगोल विभाग के अध्यक्ष डा० सिताशु मुखर्जी ने इस खण्ड की भूमिका लिखी है। उनके प्रति मैं अपना आभार प्रदर्शित करता हूँ।

—जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव



चित्र १८०—हिन्द महासागर के कूट तथा अथाह [सन्दर्भ पृष्ठ १९७]

समर्पण

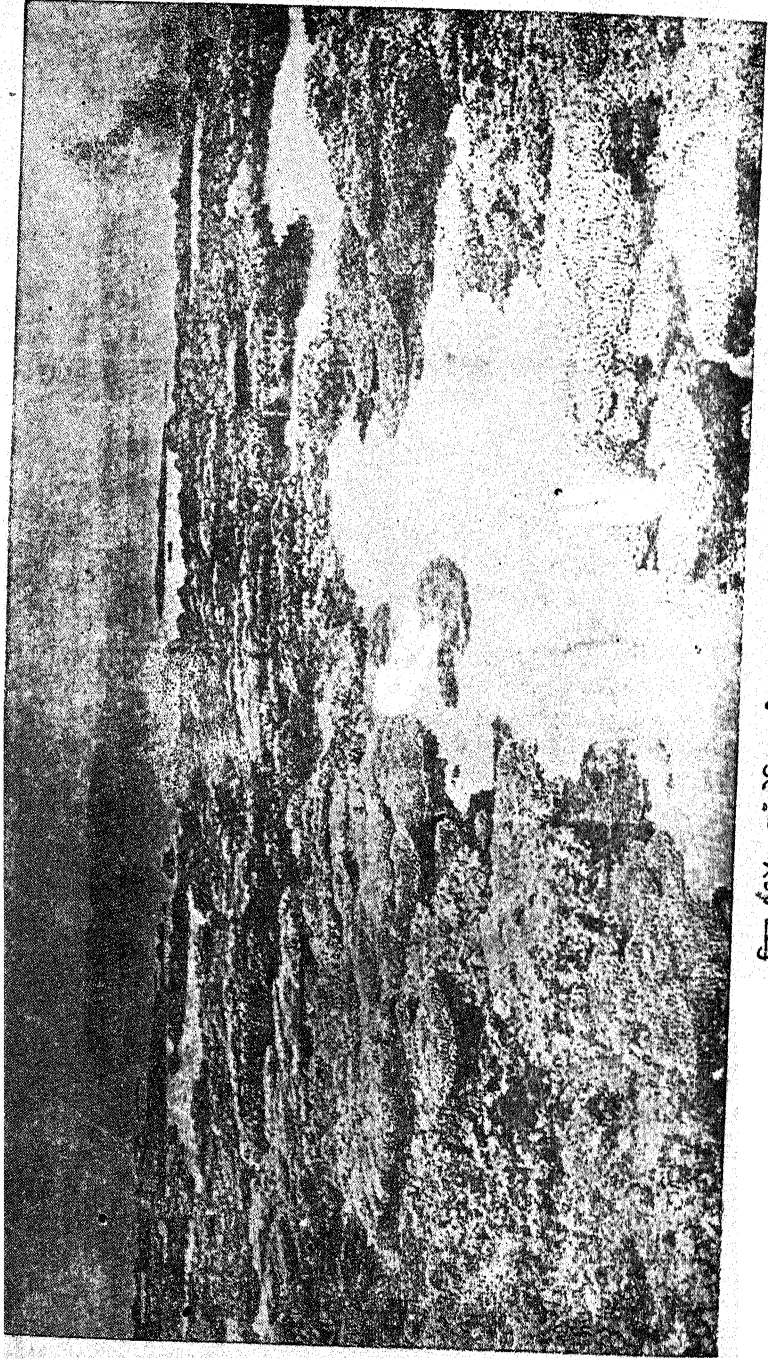
पूज्य भ्राता

श्रीमान महावीर प्रसाद श्रीवास्तव आई० ए० एस०
गृह सचिव, मध्यप्रदेश शासन



के
कर कमलों में
सादर समर्पित

(पृष्ठ १७३ के सामने)

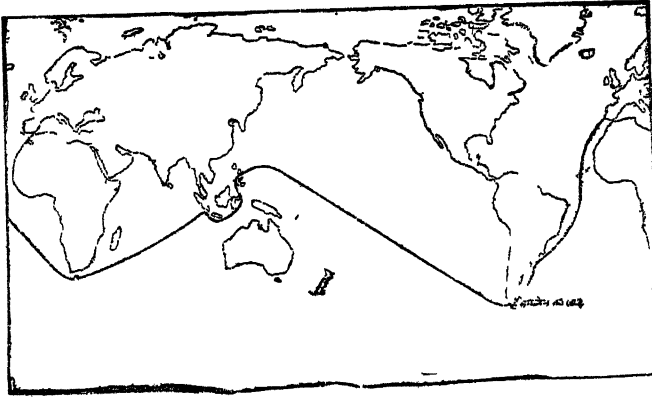


चित्र १६४—ऑस्ट्रेलिया की महान परातट प्रवा १
(Great Barrier Reef of Australia.)

तेइसवाँ परिच्छेद ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

अत्यन्त प्राचीन काल में ग्रीस के निवासियों को भूमध्यसागर का व्यवहारिक ज्ञान था। वे इसे 'थालासा' (Thalassa) कहते थे।

ईसा के चार शताब्दी पूर्व पिथियस (Pytheas) नामक ग्रीस निवासी ब्रिटिश द्वीप समूह के तट तक नौकारोहण करने में समर्थ हुआ। लगभग एक शताब्दी ईसा पूर्व हिप्पालस (Hippalus) ने हिन्द महासागर के मानसून वायु के क्षेत्र की खोज की।



चित्र १६५—मागेलन अभियान का पथ

सन् १४९२ और सन् १५२२ ई० के बीच में भूपृष्ठ विषयक ज्ञान में विशेष अभिवृद्धि हुई है। इसी काल में कोलम्बस अन्धमहासागर के मार्ग द्वारा अमरीका पहुँचा, वास्कोडिगामा उत्तम आशा अन्तरीप होता हुआ भारतवर्ष पहुँचा और मागेलन-अभियान (Magellan's expeditions) के उत्तरजीवक (Survivors) जलयान द्वारा पृथ्वी के गोलाभ का सर्वप्रथम परिनौकारोहण (Circumnavigation) करने में सफल हुए। चित्र १६५ में मागेलन अभियान का पथ प्रदर्शित किया गया है।

इस भाँति इस अल्पकाल में पृथ्वी का लगभग आधा भाग खोजा जा सका। इस विषय में यह मनोरंजक घटना उल्लेखनीय है, कि सन् १५२१ में प्रशांत पार करते समय जब मागेलन ने विवृतसागर में ध्वनीकरण (Sounding) का प्रयत्न किया और उसकी रज्जू सागर नितल तक न पहुँच सकी, तब उसने इसका यह निष्कर्ष निकाला कि वह सबसे अधिक गहरे महासागर की खोज करने में सफल हुआ।

सोलहवीं और सत्रहवीं शताब्दियों में जो जलयात्रायें की गईं, उनसे विभिन्न

महासागरो के पृष्ठ विस्तार का ज्ञान बढ़ा है। सागरपृष्ठ का तापक्रम, लवणता, तरंगे, ज्वारभाटा आदि का अध्ययन हुआ। अठारहवीं शताब्दी के उत्तरार्ध में कैप्टन कुक ने प्रशांत महासागर में, कैप्टन फिप्स (Capt Phipps) ने आर्कटिक सागर में और सन् १८४० ई० में सर जॉन रॉस (Sir John Ross) ने अण्टार्कटिक सागर में ध्वनीकरण का। केवल अत्यन्त गहरे भागों को छोड़कर इन सबके फल पर्याप्त रूप में यथार्थ थे।

योरप और अमरीका के बीच में विद्युत-सदाम (Electric Cable) की व्यवस्था के कारण भी महासागरीय अन्वेषण में उन्नति हुई है। सन् १८५० ई० के लगभग ब्रुक ने सागर-नितल के अध्ययन के लिए एक नवीन रीति की खोज की। इसमें रज्जु (Line) और नली (Tube) को नीचे ले जाने वाला गुरु-भार (Heavy weight) सागर नितल पर पहुँचकर वहीं रह जाता है और नली नितल का निक्षेप भरकर ऊपर आ जाती है। इस नवीन रीति से अगाध सागरो में बार-बार ध्वनीकरण की जाने लगी और अधिक यथार्थ फल प्राप्त होने लगे।

एजियन सागर में अनेक अन्वेषणों के उपरांत सन् १८४० के लगभग एडवर्ड फोर्बे (Edward Forbe) इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि महासागरो में जीव और पादप निश्चित गहराई तक ही पाये जाते हैं और जीवों की अपेक्षा पादप कम गहराई तक मिलते हैं। इनका कथन था कि जीव केवल ३०० फुट की गहराई तक ही मिलते हैं। बाद में माइकल सार्स (Michael Sars), वायविल्ले थोमसन (Wyville Thomson) तथा डब्ल्यू० बी० कारपेंटर (W B Carpenter) आदि अन्वेषकों ने योरप के अटलाण्टिक तट की खोज द्वारा यह सिद्ध कर दिया कि जीव एक-दो मील की गहराई तक पाये जाते हैं।

यहाँ पर एक मनोरंजक घटना उल्लेखनीय है। भूमध्यसागर में एक समुद्रान्तर सदाम (Submarine Cable) को सुधारने के लिये जब जलपृष्ठ पर लाया गया, तब उसमें बहुत से जीव चिपटे हुए थे। स्पष्ट है, कि ये जीव सागर नितल में उसी स्थान पर रहते होंगे जहाँ सदाम विद्यमान था। इस घटना के कारण लोगों की रचि खोज की दिशा में और भी अधिक बढ़ी।

परिणामस्वरूप जो अन्वेषण किये गये, उनमें सबसे अधिक महत्वपूर्ण कार्य ब्रिटिश जलयान चैलेंजर (Challenger) का है। इसने सन् १८७३ और १८७६ के बीच में पृथ्वी की परिक्रमा लगाकर महासागरीय-अनुसंधान किया। इस जलयान में वैज्ञानिकों और विशेषज्ञों का एक दल था। इस दल के नेता सर जॉन मरे थे। इसने विभिन्न गहराइयों में जीव, पादप, निक्षेप, तापक्रम, घनत्व आदि प्रत्येक वस्तु का वैज्ञानिक, नियमित और क्रमबद्ध अध्ययन किया। महासागरीय ज्ञान-भण्डार में चैलेंजर-रिपोर्ट का आज भी महत्वपूर्ण स्थान है।

चैलेंजर के अतिरिक्त पिछली शताब्दी के अधिक उल्लेखनीय अभियान ये हैं —

(१) टस्कैरोरा (Tuscarora)—इसने सन् १८७४ से लेकर सन् १८७६ तक प्रशांत महासागर में अन्वेषण किया।

(२) स्कैण्डिनेविया के नाविकों का कार्य—इनमें नानसेन, एम्पडेसेन तथा पेंटर-सन विशेष उल्लेखनीय हैं।

(३) माइकल सार्स (Michael Sars)—ने सन् १९१० में उत्तरी अन्ध महासागर में अन्वेषण किया।

(४) जर्मनी का मेटियोर (Meteor) अभियान जिसका कार्यकाल १९२५-२७ था।

(५) सन् १९३२ में दक्षिणी महासागर में डिसकवरी द्वितीय (Discovery II) का अभियान।

(६) सन् १९४७-४८ में स्वेडन के एलबाट्रोस (Albatross) का अभियान

(७) सन् १९५०-५१ में डिसकवरी द्वितीय का अभियान

(८) सन् १९५१ में चैलेञ्जर का अभियान

(९) सन् १९५१-५२ में हालैण्ड द्वारा सम्पन्न अभियान

(१०) अन्तर्राष्ट्रीय भूभौतिकी वर्ष (International Geophysical Year) के अन्तर्गत विभिन्न अभियान जिनमें अधिक उल्लेखनीय नॉटिलस (Nautilus) [उत्तरी ध्रुव पहुँचनेवाली पनडुब्बी] तथा सर विवियन फुश का कौमनवेल्थ अण्टार्क्टिका . पार अभियान (Commonwealth Trans-Antarctic Expedition) है।

अभिनव काल में बहुत से देशों ने महासागरीय अन्वेषण का स्तुत्य कार्य किया है। उत्तरी सागर और नार्वेजियन-सागर के अध्ययन के लिये एक अन्तर्राष्ट्रीय कमोशन नियुक्त किया गया है। इसके अतिरिक्त अनेक नगरों में, सामुद्र-प्रयोगशालायें (Marine Laboratories) स्थापित की गई हैं, जहाँ अन्वेषण का बहुत सा कार्य हुआ और हो रहा है।

चौबीसवाँ परिच्छेद अन्वेषण सम्बन्धी यन्त्र

महासागरो के अन्वेषण के लिये जो साधन अपनाये जाते हैं, उनमें अधिक उल्लेखनीय ये हैं —

१—ध्वनीकरण (Sounding)—अगाध सागर के अन्वेषण के लिये उपयोग में आनेवाले उपकरणों में ध्वनीकरण का यन्त्र मुख्य है। इससे गहराई ज्ञात की जाती है। चैलञ्जर के समय में जो रीति अपनाई जाती थी, वह अत्यन्त सरल किन्तु श्रमजनित और अशुद्ध थी। इस रीति में रज्जु द्वारा भार सागर नितल तक ले जाया जाता था। बाद में रज्जु का स्थान वीणातन्तु (Piano Wire) ने ले लिया। इस रीति से गहरे सागर के ध्वनीकरण में घटो लग जाते थे और यदि कहीं कोई व्यतिक्रम हो गया तो सहस्रो गज लम्बा बहुमूल्य तनु व्यर्थ चला जाता था। अभिनव काल में प्रतिध्वनि-ध्वनीकरण (Echo-Sounding) की नवीन रीति ज्ञात हुई है और अब इसी का प्रयोग होता है। इस नवीन यन्त्र की विस्तृत विवेचना यहाँ पर सम्भव नहीं है। इतना कहना ही पर्याप्त होगा कि इस प्रणाली के अन्तर्गत जलयानों के तल में एक प्राचीर (Diaphragm) रहता है जिसमें विद्युत् प्रदोलन किया जाता है। ये प्रदोलन (Oscillations) सागर-नितल तक जाते हैं और जब वहाँ से परावर्तित (Reflect) होकर वापिस लौटते हैं तब एक प्रापण-प्राचीर (Receiving-diaphragm) द्वारा ग्रहण और बिजली द्वारा आलेखित किये जाते हैं। गहरे से गहरे सागर में और अत्यन्त प्रतिकूल परिस्थितियों में भी इस प्रकार के ध्वनीकरण के लिये कठिनता से कुछ ही सैकण्ड लगते हैं।

२—निकर्षण (Dredging)—अधिक गहराई में रहने वाले जीवों के अध्ययन के लिये यह रीति विशेष सुविधाजनक है।

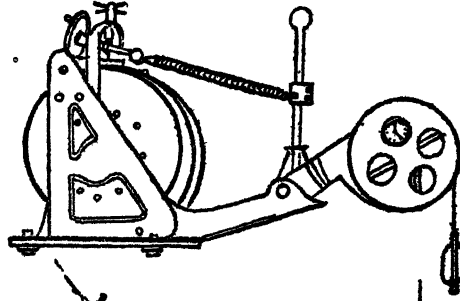
निकर्ष (Dredge) अनेक फुट लम्बा लौह-ककाल होता है, जिसमें बहुत से थैले लगे रहते हैं। सागर नितल में डालकर इसे घटो घसीटा जाता है। फिर पृष्ठ पर खींचकर इसकी अन्तर्वस्तु की परीक्षा की जाती है।

यह आशा करना कि इस रीति से अथाह सागर के जीवों का यथार्थ बोध हो जायगा—श्रममात्र ही है, क्योंकि तेज चलने वाले जीव तो तुरन्त भाग जाते हैं और फसते हैं तो केवल वे अभागे जन्तु जो इतने छोटे हैं कि जाल में समाजाते हैं और जिनकी गति इतनी मन्द है कि वे तुरन्त भागने में नितान्त असमर्थ हैं।

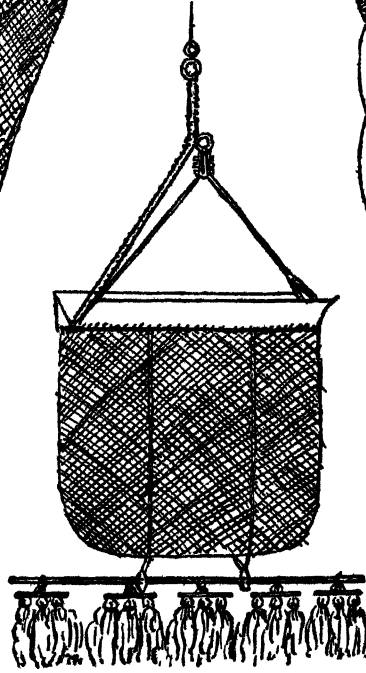
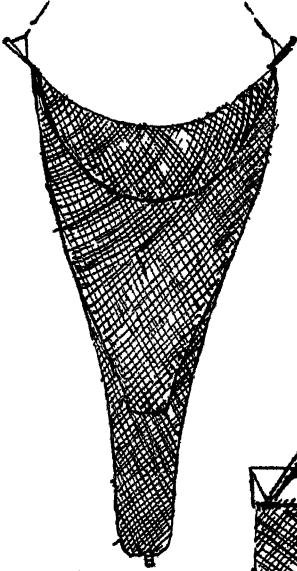
३—कृष-जाल (Tow-nets) और उदग्र-जाल (Vertical nets)—जलपृष्ठ पर तैरने वाले और बीच के प्रदेशों के जीवों और पादपों के फसाने के लिये इनका प्रयोग किया जाता है।

४—मथित्र (Centrifuge)—आधुनिक अन्वेषणों के अध्ययन से ज्ञात होता है कि महासागर में, रहने वाले बहुत से जीव इतने सूक्ष्म हैं कि वे अच्छे से अच्छे रेशम के जालों की अक्षि (Mesh) से भी निकल जाते हैं। महासागर जल की

क



ख



घ

चित्र १६६—महासागरीय अन्वेषण के कुछ साधन

क=लुका का ध्वनीकरण (Sounding) का यन्त्र

ख=ओटर का आनाय-जाल (Otter's Trawl)

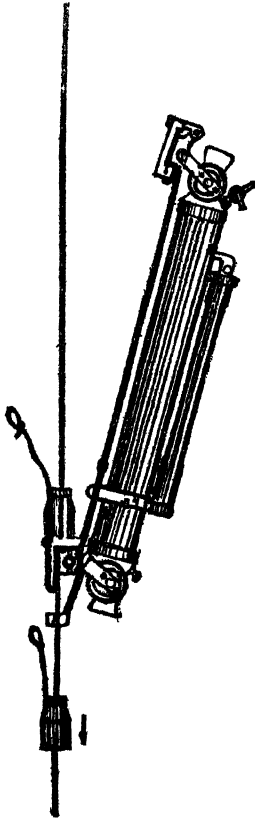
ग=माइकल सार्स का उदग्र कर्ष-जाल (Vertical Tow Net)

घ=चैलेञ्जर का निकर्ष-जाल (Challenger's Dredge)

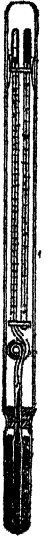
मथकर ही ये जीव एकत्र किये जा सकते हैं। 'माइकैल सार्स' में एक बड़ा मन्थित्र था, जिसमें १२०० घन सैण्टीमीटर सागरजल एक साथ मथा जा सकता था और इसमें छे काँच लगे हुए थे। यह एक मिनट में ७०० से ८०० परिक्रमाये करता था और आठ मिनट के बाद सारे जीव काँचों के तल में एकत्र हो जाते थे। तब निर्मल जल गिरा दिया जाता था और निक्षेप को नोकदार पेदी के छोटे काँच में रखकर हस्त-मन्थित्र से पुन मथते थे। इस प्रकार सारी अन्तर्वस्तु जो सैकड़ों घन सैण्टीमीटर सागर जल में विद्यमान थी एक ही बूद में एकत्र हो जाती थी। तदन्तर उसकी परीक्षा अण्वीक्ष्य-यंत्र (Microscope) से की जाती थी।

५—अगाध-सागरीय तापमान (Deep Sea Thermometer)—

अगाध सागरीय तापमान जानने के लिये सिक्स का अधिकतम एवं न्यूनतम तापक्रम-मापक (Six's Maximum and Minimum Thermometer) सर्वप्रथम प्रयोग में लाया गया। चैलेञ्जर के अन्वेषण-काल में मिलर (Miller) तथा कसैला (Casella) द्वारा सशोधित रूप काम में लाया गया। यह तापमापक विवृत सागर के लिये, जिसमें गहराई के साथ तापक्रम घटता है, सन्तोपजनक है। ध्रुवीय प्रदेशों और कुछ समावृत सागरीय में भिन्न तापक्रमों के स्तर विद्यमान हैं अर्थात् गहराई के साथ तापक्रम कभी घटता है, तो कभी बढ़ता है। ऐसी दशा में सिक्स का तापमापक असफल सिद्ध होता है। अतएव उसके स्थान पर एक नवीन तापमापक का आविष्कार किया गया। इस तापमापक को उलटा जा सकता है। इससे किसी भी गहराई का तापक्रम लिया जा सकता है। इस प्रतिवर्ती-तापमापक (Reversing thermometer) में नेग्रैट्टी (Negretti), जम्ब्रा (Zambra) तथा रिचर (Richter) ने महत्वपूर्ण सपरिवर्तन और सशोधन किये हैं।



चित्र १६८—तापमापक सहित प्रतिवर्ती जलकपी



चित्र १६७
प्रतिवर्ती
तापमापक

६—जल कूपियाँ (Water bottles)—इनका

प्रयोग सागर के किसी विशेष स्तर का जल

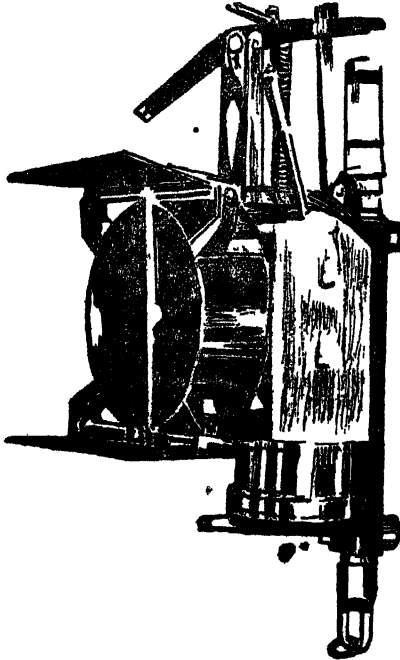
लाने के लिये किया जाता है। हाल ही में एक प्रतिवर्ती जलकूपी (Reversing water bottle) प्रयोग में लाई गई है, जिसमें तापक्रममापक भी रखा जा सकता है। इस प्रकार तापक्रम-वाचन और जल न्यादर्शी सचयन दोनों कार्य एक साथ हो जाते हैं।

७—भामान (Photometer)—महासागरो में सूर्यप्रकाश कितनी गहराई तक जाता है—यह अध्ययन करने के लिये अनेक प्रकार के भामान यंत्र समय समय पर काम में लाये गये हैं।



चित्र १६९—हॉलैण्ड-हैनन का भामान

८—प्रवाह-मान (Current-Measurer)—जल प्रवाहो का गति वेग और दिशा जानने के लिये अनेक युक्तियाँ काम में लाई गई हैं। पृष्ठ-प्रवाह के अध्ययन के लिये तैरने वाली वस्तुओं जैसे हिमशिला (Ice-berg) प्रवाह-कूपी (Drift bottle) आदि से लाभ उठाया जाता है।

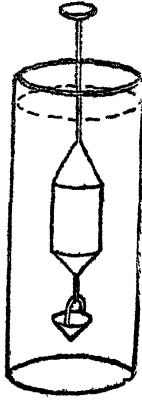


चित्र १७०—तरंग मापक

अध स्थ-धाराओ (Undercurrents) के प्रत्यक्ष मापन के लिये प्रवाहमान (Current Measurer) काम में लाया जाता है। इस यंत्र की रचना जटिल है। ब्लडसके आधुनिक रूप का श्रेय वी० डब्ल्यू ऐकमैन (V. W. Ekman) को है।

९—सरलमापक (Hydrometer)—इसी सागर जल का घनत्व निर्धारित किया जाता है। यह साधारणत, काँच अथवा धातु का बेलन होता है जो पानी में तैरता है।

१०—घनत्वमापक (Densimeter)—सागरजल के विभिन्न न्यादर्शी घनत्व के मापन के लिये श्री जे० जे० मैनले (J. J. Manley) ने भिन्नक घनत्वमापक (Differential Densimeter) का आविष्कार किया है। इसकी रचना जटिल है।



चित्र १७१—तरलमान

इसका निर्माण इस उद्देश्य से हुआ था कि इसे सागरतट पर स्थित सामुद्र-प्रयोग-शालाओं में प्रयोग में लाया जा सके। अभिनव काल में इस यन्त्र में इतने अधिक सशोधन और परिवर्तन किये गये हैं कि अब इसे सरलता से जलयानों में भी उपयोग कर सकते हैं।

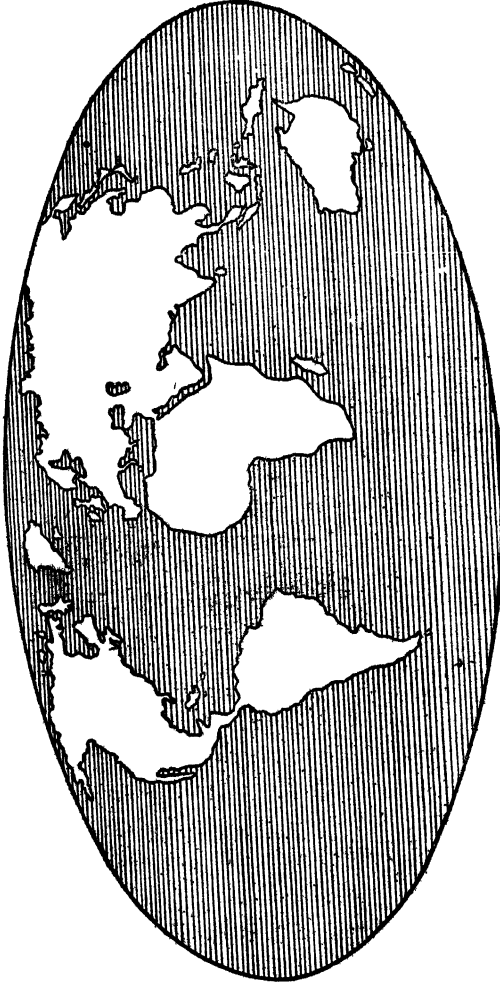


चित्र १७२—घनत्वमापक

पच्चीसवाँ परिच्छेद
महासागर-जल के सामान्य गुण

१-क्षेत्रफल तथा गहराई

पृथ्वी के समस्त धरातल का क्षेत्रफल प्रायः बीस करोड वर्ग मील है। इसका



चित्र १७३—भूपृष्ठ पर जल का विस्तार

लगभग ७१ प्रतिशत अंश जल द्वारा आच्छादित है; शेष २९ प्रतिशत स्थल है।

महासागरो मे विद्यमान समस्त जल के आयतन की महत्ता का अनुमान इस प्रकार लगाया जा सकता है, कि यदि समस्त पृथ्वी को समतल कर दिया जावे, तो भी उस पर दो मील ऊँचा जल का स्तर रहेगा।

सर जॉन मरे के अनुसार महासागरो की गहराई इस प्रकार है —

गहराई	समस्त पृथ्वी का प्रतिशत
० फुट से ६०० फुट तक	५
६०० फुट से ३००० फुट तक	३
३००० फुट से ६००० फुट तक	२
६००० फुट से १२००० फुट तक	१५
१२००० फुट से १८००० फुट तक	४१
१८००० फुट से अधिक	५

२--पृष्ठ की प्रकृति

महासागर पृष्ठ, जो स्थल की अपेक्षा इतना अधिक समतल है कि उसे सागर-समतल (Sea-Level) की सजा दी गई है, वास्तव मे वक्राकार है और पृथ्वी की आकृति के सदृश है। महाद्वीपो की वृहद स्थल-राशि महासागर जल को अपनी ओर आकृष्ट करती है, जिसके कारण महासागर पृष्ठ कहीं ऊँचा है, तो कहीं नीचा और सर्वत्र पृथ्वी के गोलभ के समान नहीं है। यह आकर्षण बहुत कुछ स्थल की मात्रा और घनत्व पर निर्भर है। आगणन द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि हिमालय की आकृष्टि के कारण हिन्द महासागर का जल बंगाल की खाड़ी के उत्तरी भाग मे लका तट की अपेक्षा ३०० फुट अधिक ऊँचा रहता है। इसी प्रकार उ० अमरीका के पूर्वी तट का जलपृष्ठ पश्चिमी तट की अपेक्षा नीचे रहता है। इसका कारण राँकी पर्वत श्रेणी है।

३--संरचना

महासागर जल का ३.५ प्रतिशत भाग घुले हुए खनिजों से रचित है इन खनिजों का तीन-चौथाई भाग सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride) है। मैग्नेशियम क्लोराइड (Magnesium Chloride), कैल्शियम सल्फेट (Calcium Sulphate) तथा पोटेशियम सल्फेट (Potassium Sulphate) भी विद्यमान हैं (विशेष विवरण के लिये सागर की लवणता का प्रकरण देखिये) और इनके अतिरिक्त अन्य पदार्थ भी नगण्य मात्रा मे रहते हैं, यहाँ तक कि सोना और चाँदी के यौगिक (Compounds) भी मिलते हैं। यदि महासागरो का समस्त लवण एकत्र किया जावे तो वह समस्त पृथ्वी पर ४०० फुट मोटी पर्पटी बनाने में समर्थ होगा। इससे महासागरो मे विद्यमान लवण की मात्रा का अनुमान किया जा सकता है।

४--घनत्व तथा दबाव

घुले हुए खनिजों के कारण सागर-जल का घनत्व अलवण-जल (Fresh Water) की अपेक्षा अधिक होता है। महासागर-पृष्ठ के जल क औसत घन व १.०२६ है। ब्रिजमिये उष्ण कटिबन्ध में और बड़ी नदियों के मुहानों में जहाँ

अलवण जल की अपरिमित राशि मिलती रहती है, घनत्व औसत से कम है। दूसरी ओर शुष्क व्यापारिक वायु के कटिबन्धों में जैसे लालसागर अथवा भूमध्य-सागर में, जहाँ वाष्पीकरण अधिक होता है, घनत्व औसत की अपेक्षा अधिक है।

मीलों ऊँचे जल के स्तर के भार के कारण सागर-नितल में दबाव बहुत रहता है। एक मील की गहराई में प्रत्येक वर्ग इंच पर एक टन भारी जल-स्तम्भ का दबाव रहता है। महासागरीय अथाहों में प्रति वर्ग इंच दबाव लगभग छै टन होता है।

५ वर्ण (Colour) एवं भासा (Phosphorescence)

(अ) वर्ण

नीला और हरा जल

महासागर जल सामान्यतः नीला होता है किन्तु कहीं कहीं हरा वर्ण भी पाया जाता है। महासागरों के उष्ण भागों में सबसे अधिक नीला वर्ण पाया जाता है—जैसे गल्फ-स्ट्रीम में। दूसरी ओर शीतल सागरों में हरा जल पाया जाता है, जैसे आर्कटिक महासागर में। कुछ तटों पर भी हरा जल पाया गया है। वर्ण के इस विभेदन का सन्तोषजनक स्पष्टीकरण अभी तक नहीं हो सका है।

आकाश के वर्णों से सम्बन्ध

हम अनुमान करते हैं कि महासागर जल की नीलिमा आकाश के परावर्तन (Reflection) के कारण है। निस्सन्देह यह एक कारण है भी, किन्तु जब हम यह देखते हैं कि बदली छायी रहने पर भी उष्ण महासागरों के जल का वर्ण नीला ही रहता है और दूसरी ओर प्रखर आतप में भी आर्कटिक जल हरा ही रहता है, तब हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि वर्ण-विभेदन का केवल यह कारण नहीं हो सकता।

शुद्धता से सम्बन्ध

काँच की लम्बी परखनली में भरे हुए आसुत जल (Distilled Water) के अवलोकन द्वारा यह ज्ञात होता है कि उसका स्वाभाविक वर्ण नीला है, किन्तु यदि उसमें प्राकारिक (Organic) अथवा अप्राकारिक (Inorganic) अशुद्धियों का समावेश कर दिया जावे, तो उसका वर्ण हरा हो जाता है। इससे तो यही निकर्ष निकलता है कि नीले जल के महासागर अत्यन्त शुद्ध हैं और हरे जल के महासागरों में अशुद्धियों का बाहुल्य है। सागरजल में प्रवेश करते समय स्वेत-प्रकाश व्याभंगित (Diffract) होता है और लघुतम दैर्घ्य (Shortest wave length) की प्रकाश-तरंगें [नील (Blue), निनील (Indigo) एवं नीललोहित (Violet)] प्रविक्षेपित (Scatter) होकर परावर्तित (Reflect) होती हैं, जिसका परिणाम नीला वर्ण है। यदि अशुद्धियों की मात्रा अधिक हुई तो स्थूल हरी तरंगें भी परावर्तित होती हैं और वर्ण-निर्धारण में प्रमुख रहती हैं।

नदियों से सम्बन्ध

सागरतट के निकट जल के हरे होने का एक कारण निलम्बित अवसाद (Suspended Sediments) हो सकते हैं, जो स्थल से किसी भाँति वहाँ तक पहुँच गये हों। कुछ आशिक समावृत सागरों (Partially enclosed seas)

मे जैसे बाल्टिक सागर मे अवसाद के कारण जल विवर्णित (Discoloured) हो गया है। बहुत सी पकमयी सरिताओ (जैसे मिसीसिपी) के मुहाने के निकट सागर बहुत दूर तक विवर्णित हो गया है। चीन के पीले-सागर (Yellow Sea) के नामकरण का भी यही रहस्य है। प्रवृत्य-प्रविक्षेपण (Selected Scattering) तथा स्वेत-प्रकाश की कुछ विशेष तरंगों का परावर्तन ही सभवत सागर जल के नीले और हरे वर्ण का कारण है, हाँ, आकाश के वर्णों का परावर्तन किसी अंश तक इसमें अवश्य सहायक होता है।

जीवो से सम्बन्ध

प्राय सभी महासागरो के जल मे सूक्ष्म एव अण्वीक्ष्य (Microscopic) जीव रहते हैं। सभव है, इन जीवो की सख्या और प्रकृति के अनुसार महासागर जल का वर्ण कही नीला है तो कही हरा। यदि ये जीव उष्णजल का अपेक्षा शीतल जल मे अधिक हो, जैसा कि अनेक प्रमाणो से सिद्ध होता है, तो हरित रश्मियो का प्रवृत्य-प्रविक्षेपण स्पष्ट हो जाता है। लाल सागर का वर्ण उसमें विद्यमान प्रचुर सूक्ष्म लाल आप्यका (Reddish algae) के कारण ही है।

लवणता (Salinity) और घुली हुई गैसो (Dissolved gases) से सम्बन्ध

वर्ण-विभेदन के दो और कारण हो सकते हैं—लवणता और घुली हुई गैसो की मात्रा में अन्तर। शीतल जल मे उष्ण जल की अपेक्षा लवणता कम होती है किन्तु घुली हुई गैसो की मात्रा अधिक। उथले जल मे नितल के कारण हुआ परावर्तन भी किन्ही अंशो में वर्ण-निर्धारण के लिये उत्तरदायी है। प्रवाली श्रुखलाओ के क्षेत्रो मे सामान्य निनील-नील (Indigo-blue) वर्ण तथा महासागरो के मध्य मे सागर नितल के विभिन्न भागो द्वारा परावर्तित नील-लोहित और हरा वर्ण बडा ही सुन्दर लगता है।

(ब) भासा (Phosphorescence)

कभी कभी, विशेषकर शान्त रजनी में, महासागर जल रजत-रश्मियो द्वारा ज्वलित हो उठता है, जिसे हम भासा कहते हैं। महासागर के पृष्ठ जल मे ऐसे अगणित सूक्ष्मतम अण्वीक्ष्य जन्तु विद्यमान हैं, जो इस अनोखे प्रकाश का स्फुलिंग (Spark) उत्पन्न करने मे समर्थ हैं और इस विषय मे उनकी शक्ति समयानुसार घटती-बढती रहती है। यही कारण है कि किन्ही रात्रियो मे महासागरजल प्रकाश से सर्वथा उन्मुक्त रहता है और किन्ही रात्रियो मे प्रत्येक तरंग के साथ नवीन रजत-रश्मि प्रज्वलित हो उठती है। कभी कभी जब नौकारोहण द्वारा जलपृष्ठ में विक्षोभ होता है, तो नौका के पीछे पीछे भासा की चमक द्वारा एक छोटा सा पश्च-पथ बनता जाता है।

६—आलगतत्व (Viscosity)

महासागर जल का आलगतत्व महत्वपूर्ण है क्योंकि उस पर जीवो का प्लावन और अनेकानेक प्राणिकीय घृत (Biological phenomena) निर्भर हैं।

आलगतत्व का विभेदन मुख्यतः तापक्रम के विभेदन पर निर्भर है। लवणता की सामान्य सीमाओं (३० से ३५ प्रति सहस्र) के अन्दर लवणता-विभेदन के कारण आलगतत्व के विभेदन नगण्य है। आलगतत्व तापक्रम की वृद्धि के साथ घटता जाता है, जैसा कि निम्नांकित तालिका द्वारा स्पष्ट है —

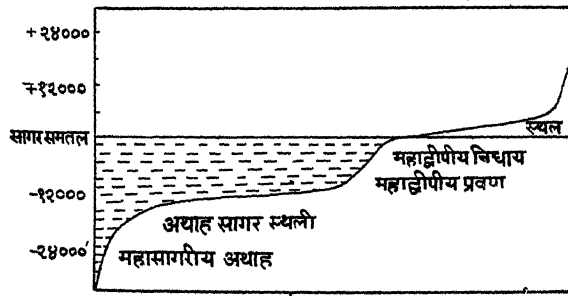
तापक्रम	आलगतत्व	
	३२ फ पर अलवण जल = १००	
	लवणता ३० प्रति सहस्र	लवणता ३५ प्रति सहस्र
३२° फ	१०३	१०३
४१° फ	८७	८८
५०° फ	७५	७६
५९° फ	६६	६६
६८° फ	५८	५९
७७° फ	५२	५३
८६° फ	४७	४७

द्वितीयो परिच्छेद महासागर नितल की आकृति

१ उच्चतामितीय वक्र

(The Hypsographic Curve)

यह वक्र उच्चतम गिरि-शिखर से लेकर अधम महासागरीय-अथाह तक के क्रमिक समतल प्रदर्शित करता है।



चित्र १७४—उच्चतामितीय वक्र

२ समुद्रान्तर भौम्याकार (Submarine Topography)

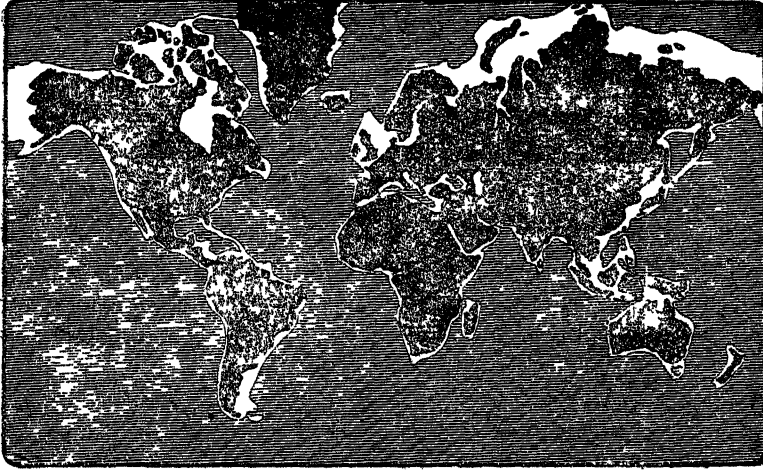
जैसा कि उच्चतामितीय वक्र के रेखाचित्र द्वारा स्पष्ट है, महासागर नितल को हम चार भागों में विभाजित कर सकते हैं।—

(१) महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf)

यह स्थल का स्पर्श करता है और इसका प्रवण (Slope) अत्यन्त मन्द (Gentle) है। यह ६०० फुट तक की गहराई तक फैला हुआ है। इसका निर्माण अपक्षरण (Erosion) और निक्षेपण (Deposition) द्वारा हुआ है। नदियों द्वारा लाया गया अवसाद (Sediments) इसमें ही एकत्र होता है। ६०० फुट की गहराई तक सूर्य प्रकाश का कुछ अंश प्रविष्ट हो सकता है, अतएव इस भाग में वनस्पति पाई जाती है और मछली आदि जल-जन्तु भी मिलते हैं। समस्त पृथ्वी का ५ प्रतिशत भाग महाद्वीपीय-निधाय है।

(२) महाद्वीपीय प्रवण (Continental Slope)

यह भाग महाद्वीपीय निधाय के ठीक नीचे है। इसका प्रवण प्रपाती (Steep)



चित्र १७५ महाद्वीपीय निधाय का विस्तार

है और इसका विस्तार लगभग ६०० फुट की गहराई से लेकर १२००० फुट की गहराई तक है। केवल सूक्ष्म मृत्तिका (Fine Clay) यहाँ तक पहुँचती है।

(३) अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain)

महासागर-नितल का अधिकतर भाग इसी प्रकार का है। यह चौड़ा और प्रायः समतल क्षेत्र है जिसकी गहराई १२००० फुट से १८००० फुट तक है। इसके प्रवण अत्यन्त मन्द है। नदियों द्वारा लाया गया अवसाद यहाँ तक नहीं पहुँचता। इसके निक्षेप (Deposits) सूक्ष्म पक (Fine Mud) और सागरपृष्ठ पर रहनेवाले और मरनेवाले जीव-जन्तुओं की अस्थियों और कर्पेरो (Shells) से बने हैं। एक प्रकार की लाल मृत्तिका (Red Clay) जो सभवतः ज्वालामुखीय उद्भव की है, वायु द्वारा सागर तक परिवाहित होती है और डूबकर अथाह सागर स्थली तक पहुँच जाती है और उसके निक्षेप के निम्नतम स्तर का निर्माण करती है। भूपृष्ठ का ४१ प्रतिशत भाग अथाह सागर स्थली है।

(४) महासागरीय अथाह (Oceanic Deeps)

ये महासागर के सबसे अधिक गहरे भाग हैं। ये महासागर नितल में विस्तृत कुओं और घाटियों की तरह विद्यमान हैं। नितल के अन्य भागों की अपेक्षा इनका क्षेत्रफल बहुत कम है। अधिकतर ये महासागरों के मध्यभाग में नहीं पाये जाते वरन् स्थलखण्डों के समीप ही मिलते हैं। इस प्रकार के चार महत्वपूर्ण निम्न प्रशान्त महासागर में और दो अन्ध महासागर में पाये गये हैं। सबसे गहरा अथाह मैरियाना द्वीप के निकट स्थित है।

(५) अन्य विषमताये

अपेक्षाकृत लघु आकार की अन्य विषमताये जैसे लम्बे और सकरे उभार, विस्तृत उभार, ज्वालामुखीय शंकु आदि अधिकतर अथाह सागर स्थली पर पाई जाती हैं।

३ महासागर नितल के रूपधेयों की उत्पत्ति

महासागर नितल के रूपधेय सामान्यतः निम्नलिखित क्रियाओं से बनते हैं —
(१) समुद्रवर्तन (Diastrophism) अथवा भूपर्पटी के कुछ भाग का ऊपर उठ जाना अथवा नीचे धँस जाना।

(२) ज्वालामुखी की क्रिया। (३) निक्षेपण।

अपवाद केवल महाद्वीपीय-निधाय (Continental Shelf) हैं, जिनमें अपक्षरण से भी कुछ रूपधेय बन जाते हैं।

महासागर में ज्वालामुखी की क्रिया से अनेक प्रकार की आकृतियाँ बन जाती हैं। बहुत सी ज्वालामुखीय शंकु (Volcanic cones) सागर-समतल के ऊपर हैं और बहुत सी नीचे। इनके अतिरिक्त समुद्र के गर्भ में अनेक लावा के पठार एवं अन्य ज्वालामुखीय निक्षेप भी पाये जाते हैं।

समुद्रान्तर भौम्याकार की रचना में ज्वालामुखी की अपेक्षा समुद्रवर्तन (Diastrophism) का कार्य महत्वपूर्ण है। सभी सागर-द्रोणियाँ धँसे हुए क्षेत्र हैं। महाद्वीपीय प्रवण कही विभग रेखा (Fault Line) का द्योतक है तो कही नितल के विभजन (Warping) से बन गया है। सागर-नितल के विस्तृत पठार ऐसे अश हैं, जिन पर भजन की क्रिया का कोई प्रभाव नहीं पडा। समुद्रान्तर पर्वत-श्रेणियाँ तथा घाटियाँ नितल के भजन की द्योतक हैं। नितल की आकृति को प्रभावित करने वाली ये क्रियाये अभी भी गतिशील हैं।

सागर-नितल में निक्षेप सदैव एकत्र होते रहते हैं, हाँ इतना अवश्य है कि स्थलीय निक्षेप अगाध सागर तक नहीं पहुँच पाते, दूसरी ओर महाद्वीपो के निकट विशेषकर महाद्वीपीय-निधाय में स्थलीय-निक्षेप अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं। महाद्वीपीयनिधाय ये निक्षेप समतलन (Gradation) का कार्य करते हैं अर्थात् वे निचले भागो को भरकर समतल कर देते हैं। यही नहीं, स्वयं निधाय का अधिकांश भाग स्थल-जन्म निक्षेप से बना है। बगाल की खाड़ी में गंगा के डेल्टा का आगे बढ़ना निक्षेपण का ही तो फल है।

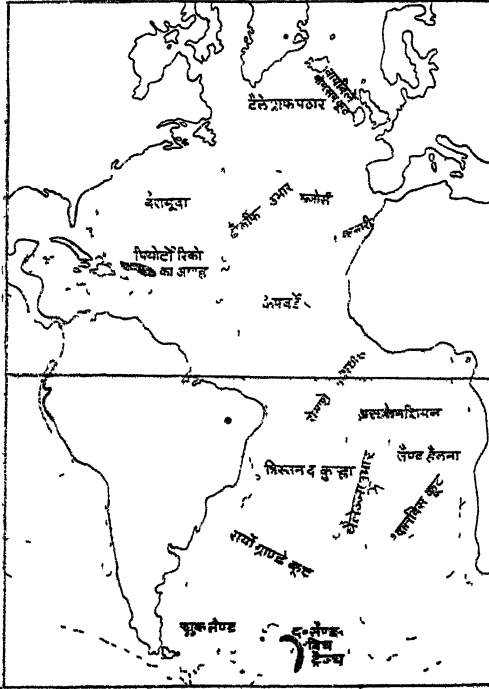
४. अन्ध महासागर

आकार—तटीय सागरो रहित अन्धमहासागर का क्षेत्रफल लगभग ३.१५ करोड़ वर्गमील है। अन्य शब्दों में यह भूपृष्ठ का लगभग १/३ भाग घेरे हुए है। प्रशान्त महासागर की अपेक्षा इसका क्षेत्रफल आधे से भी कम है।

आकृति—इसकी आकृति अगरेजी के अक्षर S से मिलती जुलती है। दक्षिण में जहाँ यह अण्टार्क्टिक महासागर से मिलता है—वहाँ इसकी चौड़ाई काफी अधिक है, किन्तु भूमध्य रेखा के निकट यह सकरा हो गया है। उत्तर की ओर अफ्रीका और उत्तरी अमेरिका के बीच में पुन चौडा हो गया है किन्तु और उत्तर में चौड़ाई घटती गई है। ग्लोबलेण्ड तथा अइसलेण्ड द्वीपो के कारण इसका उत्तरी सिरा इतना खुला नहीं है, जितना दक्षिणी।

तटीय सागर—अटलाण्टिक महासागर के दोनों किनारों पर अनेक सागर हैं जो उससे यद्यपि सकरे जलविभागो से जुड़े हुए हैं तथापि अन्य अर्थों में पूर्णतः पृथक् हैं। उत्तरी अटलाण्टिक में पश्चिम की ओर हडसन और बैफिन की खाडियाँ हैं और पूव में

उत्तरी सागर तथा बाल्टिक सागर है। ये सभी उथले हैं। मध्य अन्ध महासागर में



चित्र १७६—अन्ध महासागर

पश्चिम की ओर मैक्सिको की खाड़ी और कैरिबियन सागर है तथा पूर्व में भूमध्यसागर है। ये सभी गहरे हैं। दक्षिणी अन्ध-महासागर में तटीय सागरों का अभाव है।

द्वीप—अन्ध महासागर में ब्रिटिश द्वीप समूह तथा न्यूफाउण्डलैण्ड नामक महाद्वीपीय द्वीप है। आइसलैण्ड और फेरोज द्वीप ग्रीनलैण्ड तथा स्कॉटलैण्ड के मध्य में स्थित समुद्रान्तर कूट के उठे हुए भाग हैं। पश्चिमी द्वीपसमूह द्वीप-चाप का निर्माण करते हैं। दक्षिण में फोर्कलैण्ड तथा उसके निकट के द्वीप दक्षिणी अमरीका की दक्षिणी नोक और अण्टार्क्टिका के बीच में स्थित समुद्रान्तर कूट के उठे हुए भाग हैं।

वास्तविक महासागरीय द्वीप मध्य अन्ध महासागरीय कूट पर स्थित हैं। इनमें

उत्तर में अजोर्स (Azores), मध्य में एसकैनशियन (Ascension) तथा दक्षिण में ट्रिस्तान द कुन्हा (Tristan da Cunha) अधिक उल्लेखनीय हैं। बाराभूदा के द्वीप प्रवाली रचनाय है, जो ज्वालामुखीय शकु पर बनी है।

अन्ध महासागर के अन्य द्वीप मुख्य स्थलखण्डों के पठार सदृश समुद्रान्तरीय विस्तार पर स्थित हैं जैसे कैनारी द्वीप, केप वर्डे के द्वीप तथा गिनी की खाड़ी के द्वीप।

अन्ध महासागर का नितल

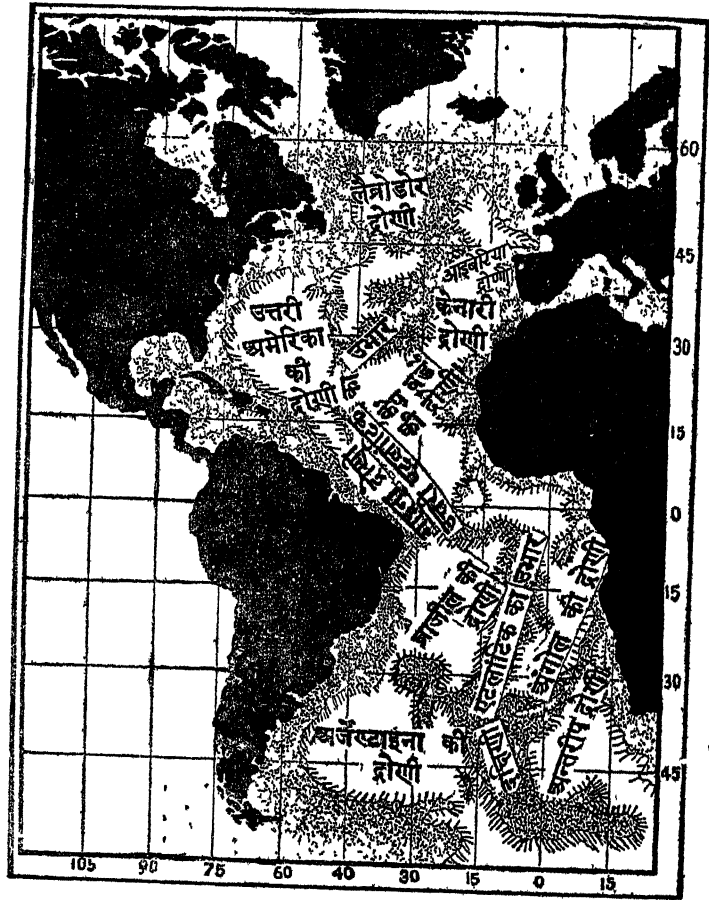
(क) गहराई—अन्ध महासागर की औसत गहराई दो मील से भी अधिक है।
 (ख) महाद्वीपीय निधाय—उत्तरी अन्ध महासागर के पूर्वी और पश्चिमी दोनों ही तटों पर महाद्वीपीय निधाय अत्यन्त स्पष्ट हैं। दक्षिणी अन्ध महासागर में केवल फाकलैण्ड द्वीप के निकट महाद्वीपीय निधाय विद्यमान है, जिस पर वह स्वयं स्थित है। दक्षिणी अमरीका के शेष तट पर तथा अफ्रीका के सम्पूर्ण पश्चिमी तट पर महाद्वीपीय निधाय अस्पष्ट हैं।

(ग) द्रोणियाँ—अन्ध महासागर में अनेक द्रोणियाँ विद्यमान हैं। इनमें प्रमुख ये हैं—

(१) लैब्रेडोर की द्रोणी—यह लैब्रेडोर के पूर्व में स्थित है।

(२) उत्तरी अमरीका की द्रोणी—इसे पश्चिमी भारतीय द्रोणी भी कहते हैं। यह संयुक्त राज्य अमरीका के पूर्व में स्थित है।

(३) गायना की द्रोणी—यह दक्षिणी अमरीका के गायना तट के निकट स्थित है। वास्तव में यह उत्तरी अमरीका की द्रोणी का दक्षिणी अंश मात्र है। अन्ध महासागर की सबसे अधिक गहराई इसी में मिलती है।



चित्र १७७—अन्धमहासागर के कूट तथा अथाह

- (४) ब्राजील की द्रोणी—यह ब्राजील के पूर्वी तट पर स्थित है। इसके बीच में एक बड़ा गुड़दा है।
- (५) अर्जेंटायना की द्रोणी—यह अर्जेंटायना के पूर्वी तट पर स्थित है। इसमें एक महासागरीय अथाह है।
- (६) आइबेरिया की द्रोणी—यह पुर्तगाल के पश्चिम में है।
- (७) कैप वर्ड की द्रोणी—यह अफ्रीका महाद्वीप के ७०° ५०' में है।

(८) कैनारी की द्रोणी—यह द्रोणी आइबेरिया की द्रोणी और केप वर्डे की द्रोणी के मध्य में स्थित है।

(९) अगोला की द्रोणी—यह ब्राजील की द्रोणी के ठीक सामने अफ्रीका के पश्चिम में स्थित है।

(१०) अन्तरीप की द्रोणी—यह अफ्रीका के द० प० में अर्जेन्टाइना की द्रोणी के ठीक सामने स्थित है। उत्तम आशा अन्तरीप के निकट होने के कारण इसका यह नाम पडा।

(ड) महासागरीय अथाह—अन्धमहासागर में प्रशान्त की अपेक्षा महासागरीय अथाह कम पाये जाते हैं। इसका सबसे गहरा अथाह पियूर्टो रिको (Puerto Rico) के उत्तर में स्थित पियूर्टरिको अथाह (Puerto Rico Deep) है। इसकी गहराई ४८१२ फुट है। अन्य उल्लेखनीय अथाह रोमाशे अथाह (Romanche Deep) तथा दक्षिणी सैंडविच ट्रेंच (South Sandwich Trench) है। रोमाशे अथाह ४०३० फुट गहरा है तथा ठीक विषुवत रेखा पर मध्य अन्धमहासागरीय कूट के आर पार चला गया है। द० सैंडविच ट्रेंच द० सैंडविच द्वीपों के निकट स्थित चाप की आकृति का अथाह है। इसकी गहराई ४५४५ फुट है।

समुद्रान्तर कूट—अन्धमहासागर के बीच में एक उभार है, जिसे मध्य अन्धमहासागरीय कूट (Central Atlantic Ridge) कहते हैं। उत्तरी अन्धमहासागर में इसे डोलफिन कूट (Dolphin Ridge) कहते हैं तथा दक्षिणी अन्ध महासागर में इसे चैलेंजर कूट (Challenger Ridge) कहते हैं। भूमध्य रेखीय भागों को छोड़कर इस मध्य अन्धमहासागरीय कूट का कोई भी भाग २००० फुट से अधिक गहरा नहीं है। अजोर्स (Azores), अस्केंशियन (Ascension), त्रिस्तन द कुन्हा (Tristan de Cunha) आदि द्वीप इसी पर स्थित हैं। डोलफिन कूट उत्तर में चौड़ा हो गया है, जहाँ उसे टैलेग्राफ प्लेटो कहते हैं। टैलेग्राफ प्लेटो का विस्तार आयरलैण्ड से लेब्रेंडोर तक है।

अन्धमहासागर में अनेक आड़े (Transverse) कूट भी हैं। वाल्विस कूट (Walvis Ridge) त्रिस्तन द कुन्हा के निकट से आरंभ होकर उ० पू० दिशा में अफ्रीका के तट तक चला गया है। रायो ग्राण्डे कूट (Rio Grande Ridge) भी चैलेंजर उभार के निकट से आरंभ होकर दक्षिणी अमरीका के तट तक चला गया है। उत्तरी स्कॉटलैण्ड और आइसलैण्ड के मध्य में वायकिले थोमसन कूट (Wyville-Thomson Ridge) स्थित है।

५. प्रशान्त महासागर

आकार—प्रशान्त महासागर का क्षेत्रफल सम्पूर्ण ससार के स्थलीय भाग से अधिक है। इसका क्षेत्रफल लगभग ६४ करोड़ वर्गमील है। तटीय सागरों सहित यह ससार के क्षेत्रफल का लगभग एक तिहाई भाग घेरे हुए है।

आकृति—इसकी आकृति त्रिभुज जैसी है। अटार्कटिक सागर इस त्रिभुज के आधार पर स्थित है और इसका शीर्ष उत्तर में है। प्रशान्त महासागर की सर्वाधिक चौड़ाई (लगभग १०७००० मील) नितान्त दक्षिण में न होकर भूमध्यरेखा के निकट है।

उत्पत्ति विषयक धारणायें—प्रशान्त के निम्न की उत्पत्ति वाद-विवाद का विषय रही है। इसमें निहित जल का आयतन लगभग १७४ करोड़ घन मील है। एक विचारधारा यह है कि प्रशान्त महासागर पृथ्वी ने चन्द्रमा के पृथक हो जाने से बना गड़्ढा है। इसके विरुद्ध यह आपत्ति है कि चन्द्रमा का आयतन प्रशान्त-निम्न के आयतन से लगभग ३० गुना है। दूसरी विचारधारा यह है कि भूतकाल में वर्तमान प्रशान्त महासागर के स्थान पर दो—एक उत्तर में तथा दूसरा दक्षिण में—स्थलखण्ड थे, जो धीरे-धीरे सभ्रवत तृतीयक (Tertiary) युग के आरंभ में नीचे डूब गये। इसकी पुष्टि के लिये यह प्रमाण प्रस्तुत किया जाता है कि प्रशान्त के द्वीप-चानो तथा उसके सागरों में अब भी निमज्जन की क्रिया जारी है।

नितल की शिलायें—प्रशान्त महासागर के नितल की शिलाओं के विषय में हमारा ज्ञान बहुत ही सीमित है। भूकम्प की लहरों के अध्ययन से यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रशान्त के नितल की शिलाओं का घनत्व अधिक है।

तटीय सागर—प्रशान्त महासागर के प्रायः सभी तटीय सागर पश्चिमी किनारे पर हैं। पूर्वी तट का एक मात्र आंशिक समावृत जल क्षेत्र कैलिफोर्निया की खाड़ी है प्रशान्त के पूर्वी किनारे पर तटीय सागरों का अभाव इसलिये है कि अमरीका का पश्चिमी तट निमज्जन से बना है।

पश्चिमी प्रशान्त में एशिया और द्वीप-चापो के मध्य में अनेक अशत समावृत सागर स्थित हैं। उदाहरण के लिये—(१) बैरिंग सागर एलूशियन द्वीपों से अशत घिरा है। (२) ओखोट्स्क सागर कमचट का प्रायद्वीप, साखालिन द्वीप समूह तथा क्यूराडल द्वीपों से अशत घिरा है (३) जापान सागर कोरिया तथा जापान प्रमुख से अशत घिरा है (४) पूर्वी चीन सागर चीन और र्यूकू द्वीप समूह से अशत घिरा है (५) दक्षिणी चीन सागर फिलिपाइन्स, बोर्नियो, मलाया, हिन्दचीन तथा द० चीन से अशत घिरा है। हिन्देशिया के द्वीपों के मध्य में अनेक अशत समावृत सागर हैं—जैसे सैलेबीज सागर, जावा सागर बण्डा सागर आदि। पीले सागर के अतिरिक्त जिसका अधिकतर भाग ६०० फुट से भी कम गहरा है, ये सभी सागर शेष प्रशान्त की भाँति गहरे हैं।

द्वीप—प्रशान्त महासागर में द्वीपों की संख्या बहुत अधिक है। ऐसा अनुमान है कि इसमें लगभग २०,००० द्वीप होंगे। इन द्वीपों का संयुक्त क्षेत्रफल अपेक्षाकृत कम है। बड़े आकार के द्वीप 'महाद्वीपीय' (Continental) हैं, अर्थात् वे महाद्वीपों के अंश हैं और बाँच की भूमि के घँस जाने से वे मूल महाद्वीपों से पृथक हो गए हैं। शेष द्वीप या तो ज्वालामुखीय उद्भव के हैं (जैसे हवाई) अथवा प्रवाली रचना (जैसे सोलोमन) हैं।

प्रशान्त नितल

(क) **गहराई**—प्रशान्त महासागर के निम्न का अधिकांश भाग अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) है। इसकी औसत गहराई अन्य महासागरों की तुलना में अधिक है और लगभग २.५ मील है।

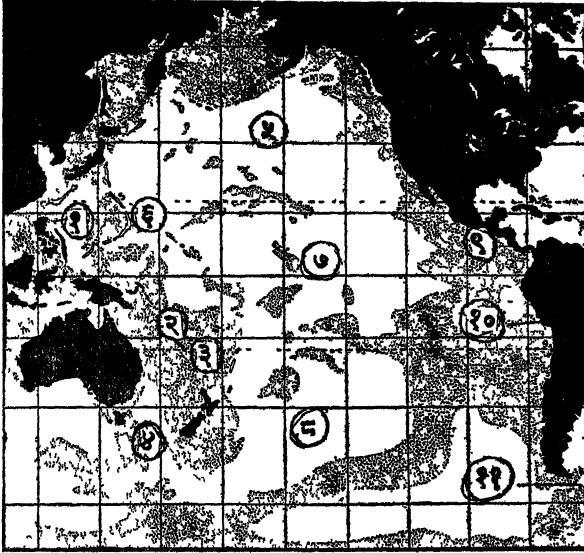
(ख) **महाद्वीपीय निधाय**—यदि किनारों पर स्थित सागरों का विचार न किया जाय, तो यह ज्ञान होता है कि प्रशान्त महासागर में महाद्वीपीय निधाय या तो बहुत संकीर्ण है या ही नहीं, जिससे तटों पर प्रवण बड़े प्रपाती हैं।

(ग) समुद्रान्तर कूट (Submarine ridges)

(१) अटलाण्टिक की भांति प्रशान्त महासागर में उसे दो भागों में विभाजित करने वाला कोई भी समुद्रान्तर कूट नहीं है, किन्तु अथाह सागर स्थली अनेक स्थानों पर समुद्रान्तर पठारों के रूप में ऊपर उठ गई है। इन पठारों पर अनेक द्वीप समूह स्थित हैं—विशेषकर दक्षिणी प्रशान्त में।

(२) प्रशान्त के पूर्वी भाग में मध्य अमरीका से आरम्भ होकर द० पू० की दिशा में न्यूजीलैण्ड के दक्षिण में अण्टार्कटिका तक एक समुद्रान्तर कूट चला गया है। इसे पूर्वी प्रशान्त का कूट कहते हैं। यह २००० फीट से भी कम गहरा है। यह प्रशान्त के मध्यवर्ती निम्न को दक्षिणी अमरीका के पश्चिमी तट पर स्थित गहरी द्रोणियों से पृथक् करता है।

(३) सोलोमन द्वीप समूह के चारों ओर सोलोमन का उभार है। इसकी गहराई लगभग २५०० फीट है।



चित्र १७८—प्रशान्त महासागर का नितल

(४) मध्य प्रशान्त में हवाई का उभार है, जिस पर हवाई द्वीपसमूह स्थित है। यह लगभग २२०० फीट गहरा है।

(५) एक उभार आस्ट्रेलिया के द० पू० से लेकर अण्टार्कटिका तक चला गया है।

(घ) द्रोणियाँ (Basins)

द्रोणियों के अध्ययन की दृष्टि से प्रशान्त महासागर के तीन भाग किये जा सकते हैं —

(१) पश्चिमी प्रशान्त—इसकी मुख्य द्रोणियाँ ये हैं—(१) फिलिपाइन द्रोणी (२) कैरोलिन द्रोणी, सोलोमन द्रोणी, कोरल द्रोणी, न्यू हैब्राइड्स द्रोणी (३) फीजी द्रोणी तथा (४) पूर्वी आस्ट्रेलिया की द्रोणी।

(२) मध्य प्रशान्त—इसकी मुख्य द्रोणियाँ ये हैं—(५) उत्तरी प्रशान्त की द्रोणी (६) मैरियाना की द्रोणी (७) मध्य प्रशान्त की द्रोणी तथा (८) दक्षिणी प्रशान्त की द्रोणी (टोगा-कर्माडेक का निम्नत तथा वायर्ड का अथाह इसी के अन्तर्गत है।)

(३) पूर्वी प्रशान्त—इसकी मुख्य द्रोणियाँ ये हैं—(९) ग्वाटेमाला की द्रोणी (१०) पेरू की द्रोणी तथा (११) प्रशान्त-अण्टार्कटिक द्रोणी।

चित्र १७८ में द्रोणियों की सख्या उपर्युक्त वर्णन के अनुरूप अंकित की गई है।

(ड) महासागरीय अथाह (Oceanic Deep)

अधिकांश महासागरीय अथाह स्थलखण्डों के निकट स्थित हैं उदाहरण के लिये टस्कैरोरा अथाह (Tuscarora Deep) जापान के तट पर स्थित है तथा अटाकामा अथाह (Atacama Deep) दक्षिणी अमरीका के पश्चिमी तट पर स्थित है। समुद्रान्तर पठारों के निकट भी कुछ अथाह वर्तमान हैं।

प्रशान्त महासागर का अभी तक ज्ञात सबसे गहरा अथाह मैरियाना अथाह है इसकी गहराई ५९४० फीट अर्थात् लगभग ६ मील है। अन्य उल्लेखनीय गहरा अथाह फिलिपाइन द्वीप के निकट एमडन अथाह है, जिसकी गहराई ५९०२ फीट है।

६. हिन्द महासागर

आकार—हिन्द महासागर आकार में अन्धमहासागर से छोटा है। इसका क्षेत्रफल लगभग २८४ करोड़ वर्ग मील है।

प्रशान्त तथा अन्धमहासागर से अन्तर—यह प्रशान्त तथा अन्ध महासागरों से इन दृष्टियों में भिन्न है—

(१) यह उत्तर में स्थल द्वारा घिरा हुआ है।

(२) इसका विस्तार कर्क-रेखा के थोड़े ही उत्तर तक है।

(३) प्रायद्वीपीय भारत और लका के बीच में आ जाने से उत्तरी हिन्द महासागर दो भागों में बँट जाता है—पश्चिम में अरब सागर तथा पूर्व में बंगाल की खाड़ी।

सीमा—इसका तट अधिकांशतः प्राचीन पठारों (अफ्रीका, अरब, प्रायद्वीपीय भारत तथा पश्चिमी आस्ट्रेलिया) द्वारा निर्मित है। अन्य शब्दों में यह ३०° ५०' सीमा को छोड़कर शेष सभी दिशाओं में गोण्डवानालैण्ड के अवशेषों से समावृत है। ३०° ५०' में यह हिन्देशिया की द्वीपमाला तथा ब्रह्मा के तट के अनुरूप भंजित श्रेणियों से घिरा हुआ है। दक्षिण में अण्टार्कटिका का तट है जो लगभग २०° ५०' से लेकर ११५° ५०' तक फैला हुआ है।

तटीय सागर—हिन्द महासागर को समावृत करने वाले पठारों के तट प्रपाती (Steep) तथा नियमित (Regular) है। उनमें ऐसे बड़े कटान (Indentations) बहुत कम हैं, जिन्हें तटीय सागर की सजा दी जा सके। अरब सागर तथा बंगाल की खाड़ी मुख्य हिन्द महासागर के ही उत्तरी विस्तार हैं, जो प्रायद्वीपीय भारत द्वारा पृथक हो गए हैं। मुजम्बिक चैनल एक चौड़ा जलडमरूमध्य है जो मैडागास्कर को अफ्रीका से पृथक करता है। अण्डमान सागर अण्डमान-निकोबार द्वीप समूह तथा क्रा स्थलडमरूमध्य (Kra Isthmus) द्वारा घिरी हुई द्रोणी (Basin) है।

वास्तव में हिन्द महासागर के यथार्थ तटीय सागर केवल दो हैं—लाल सागर तथा फारस की खाड़ी। लाल सागर अफ्रीका और अरब के मध्य में दरार-घाटी (Rift Valley) है। फारस की खाड़ी एक उथली द्रोणी है, जो दजला-फरात के अवसादों से क्रमशः भरती जा रही है। ओमान प्रायद्वीप के कारण इसका ओमान की खाड़ी तथा हिन्द महासागर से बहुत कम सम्बन्ध रह गया है।

द्वीप—हिन्द महासागर के सबसे बड़े द्वीप—मैडागास्कर तथा श्रीलंका महाद्वीपीय (Continental) द्वीप हैं। अन्य शब्दों में मैडागास्कर किसी समय अफ्रीका का अंश था तथा श्रीलंका भारत का। छोटे आकार के कुछ द्वीप भी जैसे सोकोत्रा, जजीबार तथा कोमोरो इसी कोटि के हैं। बंगाल की खाड़ी में स्थित अण्डमान तथा निकोबार के द्वीप ब्रह्मा के अराकानयोमा के ही विस्तार हैं। भारत के दक्षिण-पश्चिम में लकादीव तथा मालदीव प्रवाल (Coral) द्वारा रक्षित हैं। कुछ प्रवाली रचनायें मध्य हिन्द महासागर में भी हैं जैसे चागोज द्वीप। मैडागास्कर के पूर्व में मॉरिशस तथा रियूनियन द्वीप ज्वालामुखीय शंकुओं (Volcanic Cones) के झोतक हैं। हिन्द महासागर के पूर्वी भाग में द्वीपों का अभाव है, क्योंकि वहाँ सागर-नितल सर्वत्र एकरूप से गहरा है अपवाद केवल कोकोस तथा क्रिसमस द्वीप हैं।

नितल

(क) प्रकृति—अन्ध तथा प्रशान्त महासागरों की तुलना में इसका नितल कम विषम है।

(ख) गहराई—हिन्द महासागर का अधिकांश भाग अर्थात् लगभग ६० प्रतिशत—अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) है, जिसकी गहराई २००० और ३००० फुटों के मध्य में है।

(ग) अथाह (Deeps)—हिन्द महासागर में सुण्डा ट्रेंच (Sunda Trench) को छोड़कर लम्बे अथाह नहीं हैं। यह अथाह जावा द्वीप के दक्षिण में उसके समानान्तर चला गया है। इसकी अधिकतम गहराई ४०७६ फुट है।

(घ) समुद्रान्तर दरियाँ (Submarine gullies)—भारत के तट के निकट कम से कम दो समुद्रान्तर दरियाँ तो निश्चित रूप से हैं ही, सबव है अधिक भी हो। पश्चिम में सिन्ध नदी के मुहाने पर 'इण्डस स्वाच' (Indus Swatch) नामक जलदरी है, जो महाद्वीपीय निधाय के सिरे पर ३० मीटर गहरी है और क्रमशः बढ़ते बढ़ते मुहाने पर ११३४ मीटर गहरी हो गई है। इस जलदरी के दोनों ओर २०० मीटर ऊँची दीवालें हैं।

इसी प्रकार बंगाल की खाड़ी में गंगा नदी के मुहाने पर भी एक ऐसी ही जलदरी है, जिसे 'स्वाच ऑफ तो ग्राउण्ड' (Swatch of no ground) की संज्ञा दी गई है। इस जलदरी की गहराई महाद्वीपीय निषाय के सिरे पर ३० मीटर और मुहाने पर ११०० मीटर है।



चित्र १७९—हिन्द महासागर

अण्डमान सागर में इरावदी नदी के मुहाने पर भी इस प्रकार की जलदरी संभव है, हो। इस सम्बन्ध में कुछ प्रमाण भी उपलब्ध हुए हैं।

इन समुद्रान्तर दरियों की उत्पत्ति के सम्बन्ध में दो विचारधाराएँ हैं। एक

विचारधारा के अनुसार ये जलदरियाँ पूर्वकाल में नदियाँ थीं, जो कालान्तर में जलमग्न हो गईं। इस विचारधारा के अनुसार महाद्वीपीय निधाय महाद्वीप का एक मौलिक और अविच्छिन्न भाग है। यह विचारधारा सर्वमान्य नहीं है। दूसरी विचारधारा यह है कि नदियों द्वारा लाये गये अवसाद—रेत तथा पक्क—उसके दोनों तटों पर एकत्र होते रहते हैं, नदी के जल-प्रवाह के नीचे उसकी विपरीत दिशा में सागर-जल प्रवाहित होता है, जिससे वहाँ पर निक्षेपण नहीं हो पाता। इस प्रकार ये जलदरियाँ अस्तित्व में आईं।

(ड) समुद्रान्तर कूट—हिन्द महासागर में अनेक विस्तृत समुद्रान्तर कूट हैं। ये अर्थात् सागर स्थली की अनेक द्रोणियों को पृथक् करते हैं। एक कूट कुमारी अन्तरीप से आरम्भ होकर दक्षिण में अण्डार्कटिका महाद्वीप तक चला गया है। इस कूट के भिन्न भागों में भिन्न नाम हैं जैसे चागोज कूट, सैण्ट पाल कूट, एम्सटरडम—सैण्ट पाल पठार। यह कूट दक्षिण में चौड़ा हो गया है, जहाँ इस पर करम्यूलेन, हार्ड, मैकडोनल्ड आदि द्वीप हैं। इस कूट से उ० प० दिशा में तीन शाखाएँ निकली हैं—(१) सोकोत्रा—चागोज कूट (२) कार्ल्सबर्ग कूट तथा (३) सैचेलैस कूट। कार्ल्सबर्ग कूट दो समानान्तर श्रेणियों से जो घाटी द्वारा पृथक् हैं, निर्मित है। कार्ल्सबर्ग कूट के उत्तर में मरे कूट है। यह भी दोहरा है। इसकी मध्यवर्ती घाटी लगभग ३६६० मीटर गहरी है। यह कूट सिन्ध की किरथर श्रेणी का विस्तार प्रतीत होता है। हाल ही में समुद्र के अन्दर एक तीसरी अतिरिक्त गिरि शृंखला का पता चला है जो बलूचिस्तान और ईरान के तट पर पूर्व-पश्चिम दिशा में फैली है। यह जैग्रोस पर्वत प्रणाली का समुद्रान्तर अंश प्रतीत होती है। मैडागास्कर द्वीप के दक्षिण में दक्षिणी मैडागास्कर का कूट है, जो दक्षिण में चौड़ा हो गया है और प्रिन्स एडवर्ड क्रौजेट कूट (Prince Edward Crozet Ridge) के नाम से विख्यात है।

अण्डमान-निकोबार द्वीप-श्रृंखला के पश्चिम में एक समुद्रान्तर कूट है। इसका विस्तार उत्तर-दक्षिण दिशा में है। इसे कार्पेण्टर कूट (Carpenter Ridge) कहते हैं। यह सागर नितल से २२८० मीटर ऊपर उठा हुआ है।

अण्डमान-निकोबार द्वीप समूह के पूर्व में एक ज्वालामुखीजन्य श्रृंखला है। और अधिक पूर्व में एक अन्तरित (Interrupted) शैल श्रृंखला की खोज हुई है, जो ब्रह्मा के वर्तमान तट के समानान्तर चली गई है। इस श्रृंखला के अनेक अंश लगभग सागर-समतल तक उठे हुए हैं, किन्तु कहीं भी यह श्रृंखला सागर पृष्ठ से ऊपर नहीं उठ सकी है।

७. आर्कटिक महासागर

आकार—आर्कटिक महासागर का क्षेत्रफल लगभग ५५ लाख वर्गमील है। यह प्रचान्त महासागर का लगभग १/३ भाग है।

आकृति—आर्कटिक महासागर स्थूल रूप से वृत्ताकार आकृति का है। इसकी अधिकांश सीमा उत्तरी गोलार्ध के महाद्वीपों के उत्तरी तटों से बनी है। उत्तरी ध्रुव साइबेरिया-अलास्का (४७° उ० की) अपेक्षा ग्रीनलैण्ड (८३° उ०) के अधिक निकट है।

आर्कटिक महासागर के अधिकांश भाग में वर्ष भर स्थायी रूप से बर्फ जमी रहती है। सयुक्त राज्य अमरीका की जलसेना द्वारा प्रकाशित उत्तरी गोलार्ध की हिम मान-चित्रावली (Ice Atlas of North Hemisphere), में स्थायी अनाव्य ध्रुवीय हिम

(Permanent unnavigable polar ice) तथा सकुलित हिम (Pack ice) के अधिकतम तथा न्यूनतम विस्तार का अन्तर स्पष्ट किया गया है।

तटीय सागर—स्थलखण्डों के उत्तरी तटों पर उथले तटीय सागर हैं जैसे अलास्का के तट पर ब्यूफोर्ट सागर, साइबेरिया के तट पर पूर्वी साइबेरियन सागर तथा लाप्टेव सागर नोवाया ज़ेमल्या (Novaya Zemlya) और ओब नदी के मुहाने के मध्य में कारा सागर तथा नौरवे और स्पिट्सबर्गन के मध्य में बैरेंट्स सागर। कनाडा के उत्तर में स्थित द्वीपों के मध्य में अनेक छोटे मोटे चैनल तथा जलडमरूमध्य हैं।

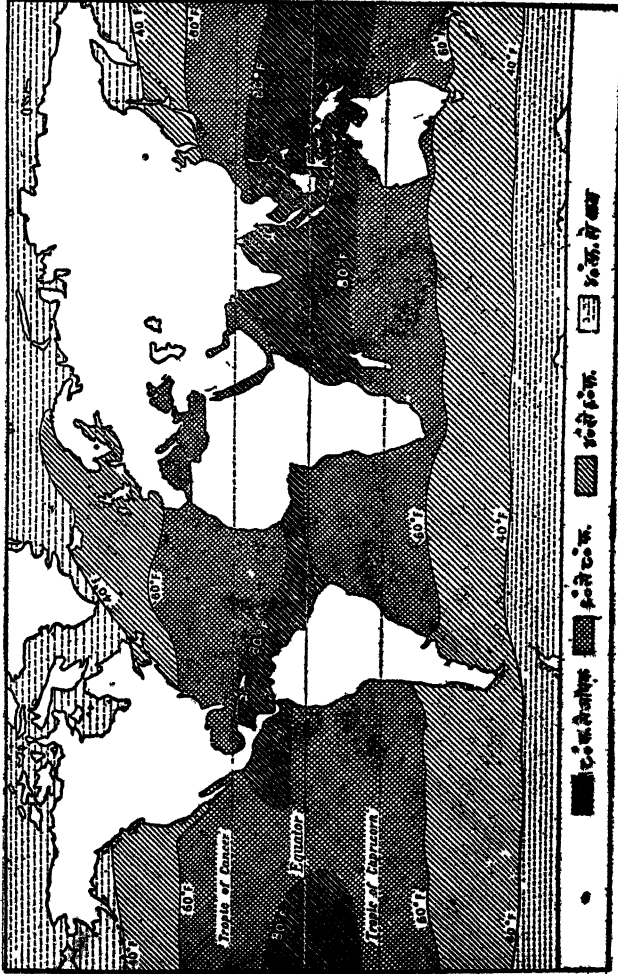
द्वीप—आर्कटिक महासागर की सीमा के निकट चारों दिशाओं में अनेक द्वीप हैं। इन्हें दो वर्गों में बाँटा जा सकता है—(१) कनाडा के द्वीप समूह (Canadian Archipelago) न्यूसाइबेरियन द्वीप तथा नोवा ज़ेमल्या—स्थलखण्डों के डूबे हुए किनारों के अंश हैं। (२) स्पिट्सबर्गन, बेयर द्वीप (Bear Island) तथा जान मायेन (Jan Mayen) समुद्रान्तर कूटों के उच्चतर भाग हैं।

नितल—अण्टार्कटिक महासागर के नितल के विषय में हमारा ज्ञान बहुत सीमित है। संभवतः इसमें केवल एक द्रोणी (Basin) है—उत्तरी ध्रुवीय द्रोणी, जिसकी औसत गहराई २००० फुट है तथा अधिकतम गहराई ३०७६ फुट है (७८° ३०, १७५° ५० पर)। इसके चारों ओर १००० फुट से भी कम गहरे तटीय सागर हैं।

सत्ताइसवाँ परिच्छेद महासागरों का तापक्रम

१ सागर पृष्ठ का तापक्रम

भूमध्य रेखा के निकट सागर पृष्ठ के जल का तापक्रम लगभग ८०° फ०



चित्र १८१—महासागरों के पृष्ठ का तापक्रम—

है। ध्रुवों की ओर तापक्रम क्षीण होता जाता है। ध्रुवीय प्रदेशों का तापक्रम केवल

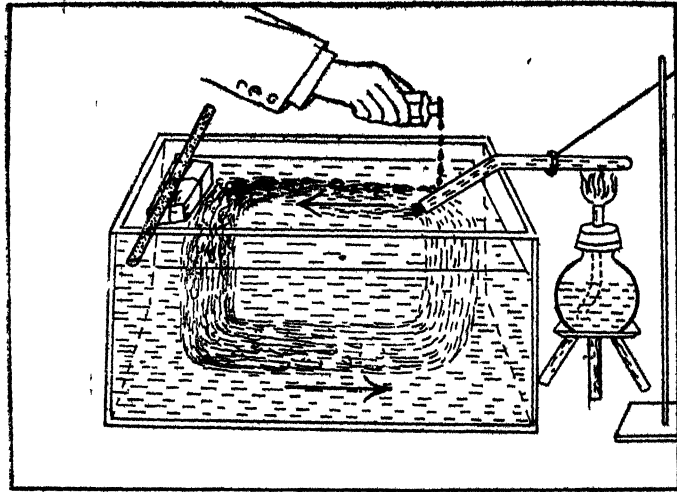
२८° फ० है। उत्तर और दक्षिण की दिशा में तापक्रम का क्षीण होना क्रमिक नहीं है। प्रचलित वायु, धारायें तथा समुद्रान्तर कूट सागर के तापक्रम को प्रभावित करते हैं।

२ तापक्रम का लम्बवत् वितरण

इस विषय में केवल दो तथ्यों का उल्लेख मात्र ही पर्याप्त होगा—

(१) सागर में नितल-जल की अपेक्षा पृष्ठ-जल का तापक्रम सदैव अधिक रहता है। निम्नलिखित प्रयोग इस कथन की पुष्टि करता है —

प्रयोग—जैसा कि चित्र १८२ में प्रदर्शित किया गया है, जल के एक पात्र में एक ओर तन्तु-जाली (Wire gauge) द्वारा कुछ बर्फ लटका दी जाए और दूसरी ओर एक धातु की शलाका को इस प्रकार युक्त कीजिये कि उसका एक सिरा जल-पृष्ठ का स्पर्श



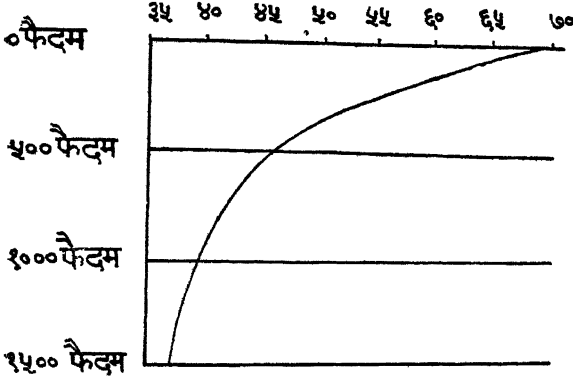
चित्र १८२—तापक्रम और धाराओं का पारस्परिक सम्बन्ध

करे और दूसरे सिरे को ताप पहुँचाया जा सके। ताप मिलते ही जल चित्र में अंकित तीर की दिशाओं में प्रवाहित होगा। शलाका के निकट का जल उष्ण होने से हल्का होकर ऊपर उठता है, दूसरी ओर बर्फ वाले सिरे में जल शीतल होने से सिकुड़ता है जिससे वहाँ का पृष्ठ-जल नीचे दब जाता है। क्योंकि जल सदैव ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है, अतएव पात्र में शलाका की ओर से बर्फ की ओर पृष्ठ-प्रवाह होता है। दूसरी ओर नितल जल विपरीत दिशा में प्रवाहित होता है, जैसा कि चित्र से प्रकट है।

यहाँ पर जल-पात्र का उष्ण भाग भूमध्य रेखा का द्योतक है, जहाँ सूर्य की प्रखर और सीधी किरणों के कारण तापक्रम अधिक रहता है और शीतल भाग ध्रुवों का द्योतक है जहाँ सर्बद्ध हिमावरण रहने के कारण तापक्रम कम रहता है।

(२) पृष्ठ से थोड़ी गहराई अर्थात् कुछ सैकड़ों फुट तक तापक्रम बड़े वेग से

क्षीण होता है, फिर वह धीरे धीरे घटने लगता है और लगभग ६००० फुट के नीचे तो तापक्रम प्रायः स्थिर ही रहता है।



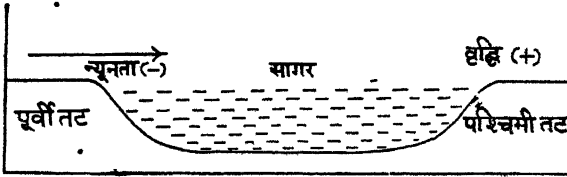
३ वायु का प्रभाव

प्रबल प्रचलित वायु पृष्ठ-जल के उष्ण-स्तर को अपने साथ आगे बहा ले जाती है, जिसके फलस्वरूप नीचे का शीतल जल ऊपर उठ आता है। अतएव जब प्रबल वायु स्थल से जल की ओर चलती

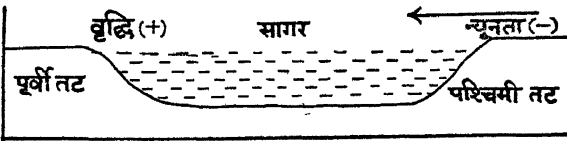
चित्र १८३—महासागरों में तापक्रम का लम्बवत वितरण

है तो किनारे का जल शीतल रहता है। उदाहरणार्थ अन्ध महासागर में 50° उ० अक्षांश के निकट योरप के तट पर तापक्रम अधिक रहता है और अमरीका के तट पर अपेक्षाकृत कम। इसका कारण दक्षिण-पश्चिम से चलने वाली वायु है, जो पृष्ठ-जल के उष्ण स्तर को अमरीका के तट से योरप की ओर बहा ले जाती है जिसके फलस्वरूप वहाँ पर शीतल जल ऊपर उठ आता है।

इसके विपरीत यदि वायु की दिशा जल से स्थल की ओर हो तो तट पर उष्ण जल एकत्र होता है।



क



ख

चित्र १८४—तापक्रम के वितरण पर वायु का प्रभाव

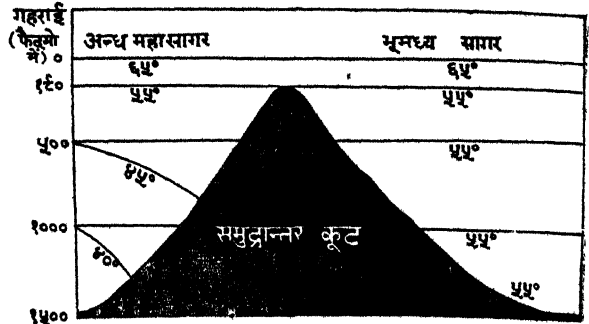
(इन चित्रों से यह स्पष्ट होगा कि वायु जिस तट से चलती है, उसका ताप-क्रम घट जाता है और जिस तट की ओर प्रवाहित होती है, उसका तापक्रम बढ़ जाता है)

४. धाराओं का प्रभाव

सागर जल का तापक्रम कुछ अंशों में उसमें प्रवाहित होने वाली धाराओं की प्रकृति पर भी निर्भर है। भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर प्रवाहित होने वाली धाराएँ अपने साथ उष्ण प्रभाव ले जाती हैं जैसे उत्तरी अधमहासागर का प्रवाह (North Atlantic Drift) ब्रिटिश सागर के तापक्रम को बढ़ाता है। इसके विपरीत शीतल धाराएँ अपने साथ शीतल प्रभाव ले चलती हैं—जैसे लेब्रेडोर की धारा कनाडा के पूर्वी तट का तापक्रम घटा देती है।

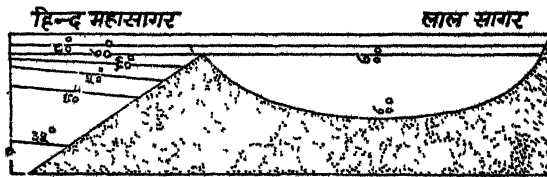
५. समुद्रान्तर कूटों (Submarine Ridges) का प्रभाव

जिब्राल्टर के निकट भूमध्य-सागर के पृष्ठ जल का तापक्रम 65° फ० है, जो निकटवर्ती अधमहासागर के पृष्ठ जल के तापक्रम के लगभग ही है। प्रायः 1100 फुट (११४० फुट) की गहराई तक दोनों सागरों में तापक्रम समान रूप से क्षीण होता है, जैसा कि चित्र १८५ द्वारा प्रगट है। किन्तु इसके नीचे भूमध्य सागर का तापक्रम 55° फ० पर स्थिर रहता है, जब कि अन्ध महासागर का तापक्रम चित्र १८५—तापक्रम के वितरण पर जलमग्न कूट का प्रभाव क्रमशः घटता जाता है।



तापक्रम के उपर्युक्त वैचित्र्य का कारण यह है कि दोनों सागरों के मध्य में एक समुद्रान्तर कूट विद्यमान है। साधारणतः जल कम लवणतावाले अधमहासागर से अधिक लवणता वाले भूमध्य सागर की ओर प्रवाहित होता है किन्तु इस कूट के कारण जल का यह आदान-प्रदान केवल ११४० फुट की गहराई तक ही सम्भव है इसके नीचे नहीं। अतएव अधमहासागर के नीचे का शीतल जल भूमध्यसागर में नहीं आ पाता और भूमध्य सागर के नितल का तापक्रम वही है जो उसमें बाहर से अर्थात् अन्ध-महासागर से आने वाले सबसे अधिक शीतल जल का तापक्रम है।

इस प्रकार की दशा लाल सागर की भी है—



चित्र १८६—तापक्रम के वितरण पर जलमग्न कूट का प्रभाव ऊपर के चित्र से स्पष्ट होगा कि हिन्द महासागर का 38° फ० से कम तापक्रम का जल समुद्रान्तर कूट के कारण लाल सागर में नहीं जा पाता।

अट्टाइसवाँ परिच्छेद सागर की लवणता

१. लवणता क्या है ?

सागरजल में नमक अथवा लवण घोल के रूप में सदैव विद्यमान रहता है। १००० ग्राम सागरजल में जितने ग्राम लवण रहता है, उसी सख्या को हम उस जल की लवणता कहते हैं। मान लीजिए १००० ग्राम सागरजल में ३५ ग्राम लवण घुला हुआ है, ऐसी दशा में उस जल की लवणता ३५ होगी, जो इस प्रकार प्रकट की जाती है ३५% (पैंतीस प्रति सहस्र)।

२ लवणता सम्बन्धी विभिन्नता

लवणता स्थिर नहीं है। न केवल एक सागर की लवणता दूसरे सागर से भिन्न है, प्रत्युत एक ही सागर के विभिन्न भागों की लवणता में अन्तर पाये जाते हैं। भूमध्यसागर की लवणता ३८ है और उत्तरी सागर की लवणता केवल ३४ है। कैस्पियन सागर के उत्तर में अन्य भागों की अपेक्षा लवणता बहुत कम है।

३ सागर जल की संरचना

सागर की लवणता मुख्यतः सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride) के कारण है, यद्यपि उसमें अन्य लवण भी विद्यमान हैं। माध्यतः १००० ग्राम सागर जल में ३५ ग्राम लवण रहते हैं, जिनमें प्रमुख ये हैं —

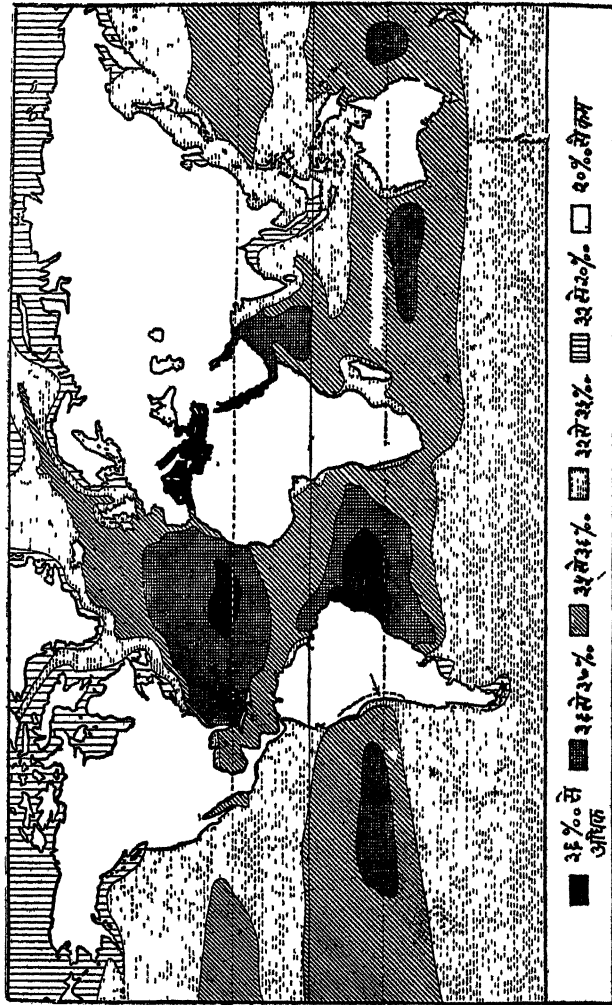
सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride)	२७ २ ग्राम
मैग्नेशियम क्लोराइड (Magnesium Chloride)	३८ ग्राम
मैग्नेशियम सल्फेट (Magnesium Sulphate)	१ ६६ ग्राम
कैल्शियम सल्फेट (Calcium Sulphate)	१ २६ ग्राम

सागर की लवणता कुछ भी क्यों न हो लवणों का उपर्युक्त अनुपात स्थिर है।

४ सागर में लवण की उत्पत्ति

नदियों के जल में लवण घोल के रूप में विद्यमान रहता है, जिसे वे सागर को अपने ही साथ समर्पित कर देती हैं। वाष्पीकरण की क्रिया सागर से जल का तो अपहरण करती है किन्तु लवण की मात्रा में उसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता और वह स्थिर रहता है। फलस्वरूप सागर की लवणता शनैः शनैः बढ़ती जाती है। यदि हम सागर की लवणता का मुख्य कारण नदियों को मानें, तब तो सागर-जल की संरचना नदी-जल के समान होनी चाहिए। किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं है। सागर जल में अन्य लवणों की अपेक्षा सोडियम क्लोराइड (Sodium Chloride) का अनुपात कहीं अधिक है। इसके विपरीत नदियों में कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate) का बाहुल्य है। इस वैचित्र्य का स्पष्टीकरण इस प्रकार किया जा सकता है कि प्रवाली पुर्वगक (Coral Polyp) एवं अन्य जल-जन्तु सागर में नदियों द्वारा लाये गये कैल्शियम

क्लोराइड का उपभोग कर डालते हैं। किन्तु सागर और नदियों के जल की सरचना में अनेक अन्य विभेदन हैं—जैसे नदी-जल में सल्फेट क्लोराइड की अपेक्षा अधिक होता है और सागरजल में क्लोराइड का अनुपात सल्फेट से अधिक होता है—जिनका स्पष्टी



चित्र १८७—लवणता का वितरण

करण इस प्रकार नहीं किया जा सकता। अतएव या तो सागर के लवण सर्वांश में नदियों द्वारा उपलब्ध नहीं है या सागरजल की सरचना में परिवर्तन होते रहते हैं।

५ लवणता निर्धारक प्रतिकारक

लवणता दो प्रतिकारको पर निर्भर है:—

(१) अलवण जल की प्राप्ति (Supply of fresh water) अलवण जल जितनी अधिक मात्रा में प्राप्त होगा, लवणता उतनी ही कम होगी।

(२) वाष्पीकरण की मात्रा (Degree of evaporation) वाष्पीकरण जितना ही अधिक होगा, लवणता उतनी ही अधिक होगी।

इसके अतिरिक्त लवणता में सागर की गहराई के साथ भी विभेदन होते हैं किन्तु यहाँ पर हमारा प्रयोजन केवल पृष्ठ जल से है।

६. लवणता का वितरण

(क) विवृत सागर (Open Oceans)

कर्क एव मकर रेखाओं के समीप लवणता अधिक है किन्तु ध्रुवों और विषुवत-रेखा की ओर वह घटती जाती है। कर्क और मकर रेखाओं के निकट लवणता ३६ प्रतिसहस्र है, जबकि ध्रुवों और विषुवत रेखा के क्षेत्र में वह केवल ३४ प्रतिसहस्र है।

कर्क और मकर-रेखाओं के समीप लवणता के आधिक्य के कारण —

(१) वाष्पीकरण का आधिक्य—निर्मल आकाश और प्रखर सूर्य की किरणों वाष्पीकरण के वेग को बढ़ाती हैं।

(२) अधिक वर्षा का अभाव, इसके अतिरिक्त बड़ी बड़ी नदियाँ इन सागरों में नहीं मिलती। अन्य शब्दों में अलवण जल की अधिक प्राप्ति नहीं होती।

विषुवत-रेखा के निकट लवणता की न्यूनता के कारण —

(१) वर्ष भर घनघोर जल-वृष्टि अपरिमित अलवण जल प्रदान करती है।

(२) वर्ष के अधिकतर भाग में आकाश में बदली छायी रहने के कारण वाष्पीकरण का वेग घट जाता है।

ध्रुवीय क्षेत्रों में लवणता की न्यूनता के कारण —

(१) बर्फ के पिघलने से अतुलित अलवण जल की प्राप्ति होती है।

(२) तापमान निम्न रहने से वाष्पीकरण कम होता है।

(ख) आंशिक समावृत सागर

(Partially enclosed seas)

विवृत सागरों की अपेक्षा आंशिक समावृत सागरों में लवणता का विभेदन अधिक मात्रा में पाया जाता है।—

लवणता

१ लाल सागर	३७ से ४१ तक
२ फारस की खाड़ी	३७ से ३८ तक
३ भूमध्य सागर	३७ से ३९ तक
४ बाल्टिक सागर (उत्तर में)	३ से (दक्षिण में) १५ तक
५ उत्तरी सागर	३१ से ३५ तक ।

लालसागर, फारस की खाड़ी और भूमध्य सागर में लवणता अधिक होने के कारण ये हैं —

(१) ये अधिक तापक्रम वाले कटिबन्ध में स्थित हैं, जहाँ ग्रीष्म ऋतु में सूर्य की प्रखर किरणों के कारण वाष्पीकरण बड़े वेग से होता है।

(२) कुछ थोड़ी ही छोटी नदियाँ इन्हें अपना अलवण जल प्रदान करती हैं। इसके विपरीत बाल्टिक और उत्तरी सागर से निम्नलिखित कारणों से लवणता अपेक्षाकृत कम है —

(१) ये अपेक्षाकृत शीतल कटिबन्ध में स्थित हैं जहाँ तापक्रम कम होने से वाष्पीकरण अधिक वेग से नहीं होता।

(२) बड़ी-बड़ी नदियाँ इन सागरों को अपरिमित अलवण जल प्रदान करती हैं।

(ग) पूर्ण समावृत सागर (Enclosed Seas) और झीले (Lakes)

ऐसे समावृत सागरों और झीलों की लवणता कम है जिनमें कुछ नदियाँ मिलती हैं और जिनसे कुछ नदियाँ निकलती भी हैं। किन्तु ऐसे सागरों की लवणता अधिक है, जिनसे कोई नदी नहीं निकलती, क्योंकि वाष्पीकरण की क्रिया नदियों द्वारा लाये गये जल और लवण से जल का तो हरण कर लेती है, किन्तु लवण पर उसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता जिससे उसकी मात्रा में क्रमशः वृद्धि होती रहती है। मृतक सागर (Dead Sea) जिसकी लवणता २३७.५ प्रति सहस्र है, ससार में सबसे अधिक लवणमय (खारा) सागर है।

७. समलवण रेखायें (Iso-halines)

ऐसी कल्पित रेखाओं को, जो सागर में समान लवणता वाले स्थानों को जोड़ती हैं समलवण रेखायें कहते हैं।

उन्तीसवाँ परिच्छद

महासागरों की जलराशियाँ

(WATER MASSES OF THE OCEANS)

१ परिभाषा

सागरों और महासागरों में पाये जाने वाले जल के ऐसे विशाल पुञ्ज को जल-राशि (Water Mass) कहते हैं, जिसके प्राकृतिक लक्षण विशेषकर तापक्रम लवणता और घनत्व एक से हों।

२ महत्ता

महासागर-विज्ञान में जलराशियों (Water Masses) की अवधारणा उतनी ही महत्वपूर्ण है, जितनी मौसम-विज्ञान (Meteorology) में वायुराशियों (Air Masses) की।

३ वायु राशियों और जलराशियों में अन्तर

जलराशियाँ वायुराशियों से निम्नलिखित दिशाओं में भिन्न होती हैं —

(१) जलराशियों और वायुराशियों के निर्माण में यह प्रमुख अन्तर है कि समुद्र में स्थिर दशा वायुमण्डल की अपेक्षा अधिक मात्रा में प्राप्त हो जाती है।

(२) जलराशियों और वायुराशियों के वितरण में यह प्रमुख अन्तर है कि विभिन्न जलराशियों की सीमाएँ प्रायः सदैव एक से क्षेत्रों में पाई जाती हैं।

(३) जलराशियों के मध्य की अर्ध-क्षैतिज (Quasi Horizontal) सीमाएँ उतनी ही निश्चित और महत्वपूर्ण होती हैं जितनी झुकी हुई सीमाएँ।

४ जलराशियों के स्तर

निम्न तथा मध्य अक्षांशों की जलराशियों में निम्नांकित स्तर पाये जाते हैं —

(१) पृष्ठ का स्तर (Surface Layer)

(२) मध्यान्तर का जल (Intermediate Water)

(३) गहरा जल (Deep Water)

तथा कहीं कहीं (४) नितल का जल (Bottom Water)

उच्च अक्षांशों में मध्यान्तर का जल प्रायः अनुपस्थित होता है तथा पृष्ठ के स्तर का जल गहरे जल के सदृश होता है।

घनत्व

लम्बवत दिशा में जल का घनत्व गहराई के साथ बढ़ता जाता है। क्षैतिज दिशा में घनत्व ध्रुवों की दिशा में बढ़ता जाता है।

मध्य तथा उच्च अक्षांशों में पृष्ठ-जल जब नीचे डूबता है, तब वह उचित घनत्व के पृष्ठ (० त पृष्ठ) के अनुरूप फैलता है, अतएव इन अक्षांशों में घनत्व का लम्बवत वितरण उस ऋतु का क्षैतिज वितरण प्रदर्शित करता है जिसमें पृष्ठजल का घनत्व सबसे अधिक होता है।

जलराशियों का वर्गीकरण

संसार के विभिन्न महासागरों में पृष्ठ जल के डूबने से निम्नलिखित जलराशियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं —

- १ अण्टार्क्टिक महासागर का नितल जल (Antarctic Bottom Water)
- २ उत्तरी अन्धमहासागर का गहरा तथा नितल जल (North Atlantic Deep and Bottom Water)
- ३ अण्टार्क्टिक महासागर का मध्यान्तरीय जल (Antarctic Intermediate Water)
- ४ उत्तरी अन्धमहासागर का मध्यान्तरीय जल (North Atlantic Intermediate Water)
- ५ उत्तरी प्रशांत महासागर का मध्यान्तरीय जल (North Pacific Intermediate Water)
- ६ विभिन्न महासागरों की मध्यवर्ती जलराशियाँ (The Central Water Masses of Different Oceans)
- ७ समुद्रान्तर कूटों द्वारा पृथक सागरों की जलराशियाँ (Water Masses of Seas Separated by Submarine Ridges)
- ८ उपपृष्ठीय मिश्रण से बनी जलराशियाँ (Water Masses Formed by Subsurface Mixing)

१ अण्टार्क्टिक नितल जल

(Antarctic Bottom Water)

इसका निर्माण अण्टार्क्टिका महाद्वीप के निकट विशेषकर वैंडेल सागर (Weddell Sea) के क्षेत्र में, जो अन्धमहासागर के दक्षिण में स्थित है, होता है। महाद्वीपीय निधाय (Continental Slope) पर हिम के घनीभूत होने से जल की लवणता बढ़ जाती है, जिससे जलराशि का निर्माण लगभग ३४.६२ प्रति सहस्र की लवणता तथा -1.9° फ० के तापक्रम पर होता है। इस जल के ० त का मूल्य २७.८९ है, जो निकटवर्ती परिष्पृवीय जल ((Circumpolar water) से जिसकी लवणता तथा तापक्रम क्रमशः ३४.६८ प्रति सहस्र तथा 0.5° फ० है अधिक है। अतएव, महाद्वीपीय निधाय पर पानी नीचे डूबता है। वह महाद्वीपीय प्रवण

दृष्टव्य—० एक ग्रीक अक्षर है। इसे छोटा सिगमा कहते हैं।

(Continental Shelf) के अनुरूप नीचे की ओर डूबता है किन्तु नीचे जाते समय वह अपेक्षाकृत अधिक उष्ण तथा अधिक खारे जल से सम्मिश्रित हो जाता है। फल-स्वरूप, एक नितल जल का निर्माण होता है, जिसे हम अण्टार्कटिक नितल जल (Antarctic Bottom Water) कहते हैं। इस जल-राशि की लवणता तथा तापक्रम क्रमशः ३४.६६ प्रति सहस्र तथा—०.४° फ० है।

२ उत्तरी अन्ध महासागर का गहरा तथा नितल जल (North Atlantic Deep and Bottom Water)

इसका निर्माण लैब्रेडोर सागर तथा आइसलैण्ड और द० ग्रीनलैण्ड के मध्य में स्थित महासागरीय क्षेत्र में होता है। वहाँ पर उ० अटलाण्टिक प्रवाह (North Atlantic Drift) के उष्ण तथा लवणमय जल पूर्वी ग्रीनलैण्ड धारा के अपेक्षाकृत शीतल तथा कम लवणमय जल से मिलते हैं। जाडो में जब यह मिश्रित जल पृष्ठ पर शीतल होता है तब उसके σ_t का मूल्य २७.८८ हो जाता है जो नीचे डूबने के लिये यथेष्ट है। १००० मीटर से अधिक नीचे डूबने वाले जल की लवणता ३४.९० तथा ३४.९६ प्रति सहस्र के बीच में होती है तथा तापक्रम २.८° तथा ३.३° के मध्य में होता है।

उत्तरी प्रशान्त में इस प्रकार की जलराशि नहीं पाई जाती।

३ अण्टार्कटिक महासागर का मध्यान्तरीय जल (Antarctic Intermediate Water)

यह जल अण्टार्कटिक ससृति (Convergence) पर डूबता है। इस ससृति का सन्तोषप्रद स्पष्टीकरण अभी तक नहीं किया जा सका है। यह अण्टार्कटिका महा-द्वीप के चारों ओर प्रबल पछुवा हवाओं की पेटी में पाया जाता है। इस ससृति में डूबने वाला जल एक विशिष्ट जल है, जिसकी लवणता सर्वत्र ३३.८ प्रति सहस्र है, तापक्रम लगभग २.२° फ० है तथा σ_t का मूल्य २७.०° है। जब जल पृष्ठ को त्याग देता है तब वह ऊपर और नीचे के जलपुंजों के सम्मिश्रण से एक जलराशि को जन्म देता है जो उत्तर दिशा में $\sigma_t = २७.२$ तथा $\sigma_t = २७.४$ के पृष्ठों के बीच में फैल जाती है। उसके मध्यवर्ती भाग में लवणता सबसे कम होती है।

४ उत्तरी अन्ध महासागर का मध्यान्तरीय जल (North Atlantic Intermediate Water)

यह जल लैब्रेडोर सागर के दक्षिण की ससृति में उपरोक्त विधि से बनता है, यद्यपि यह अपेक्षाकृत कम मात्रा में बनता है।

५ उत्तरी प्रशान्त महासागर का मध्यान्तरीय जल (North Pacific Intermediate Water)

इमी प्रगाली से उत्तरी प्रशान्त महासागर के उ० पू० भाग में (४०° उ० अक्षांश के निकट) उत्तरी प्रशान्त महासागर का मध्यान्तरीय जल बनता है किन्तु जब वह

पश्चिम और दक्षिण दिशाओं में फैलता है, तब उसमें विशाल मात्रा में उपपृष्ठीय जल मिलता है। अतएव उत्तरी प्रशांत के मध्यान्तरीय जल में वे गुण नहीं पाये जाते जो उसमें उस दशा में होते जब वह मुख्यतः पृष्ठ जल के डूबने से बनता—जैसे घुली हुई ऑक्सीजन का अधिक अनुपात। अण्टार्कटिक महासागर तथा उत्तरी अन्धमहासागर के मध्यान्तरीय जलो की तुलना में यह जलराशि ऑक्सीजन में निर्धन होती है।

६ विभिन्न महासागरों की मध्यवर्ती जलराशियाँ (Central Water Masses Of Different Oceans)

ये जलराशियाँ उपोष्ण प्रदेशों की ससृति पर जल के डूबने से बनती हैं। सभी महासागरों में उपोष्ण कटिबन्धीय ससृति 35° और 40° अक्षांशों के मध्य में पाये जाते हैं। इन ससृतियों में जाड़ों में पृष्ठ-जल अधिक गहराई तक डूबता है। अतएव, इनसे जो जलराशियाँ बनती हैं, वशीतलतम ऋतु में पृष्ठ के तापक्रम एवं लवणता को दर्शाती हैं।

७ समुद्रान्तर कूटों द्वारा पृथक सागरों की जलराशियाँ (Water Masses Of Seas Separated By Submarine Ridges)

ऐसे सागरों में जो महासागर से समुद्रान्तर कूटों (Submarine Ridges) द्वारा पृथक हैं, विशेष प्रकार के जल पाये जाते हैं। उदाहरण के लिये नौरवेजियन सागर में वैसी ही प्रक्रियाओं से गहरा जल बनता है, जैसी प्रक्रियाओं से अन्ध महासागर का गहरा जल बनता है। नौरवेजियन सागर के पश्चिमी भाग में ग्रीनलैण्ड के तट के अनुरूप निम्नांकित दो जल मिलते हैं —

(१) अन्धमहासागर का उष्ण जल जो स्कॉटलैण्ड के उत्तर में नौरवेजियन सागर में प्रविष्ट होता है।

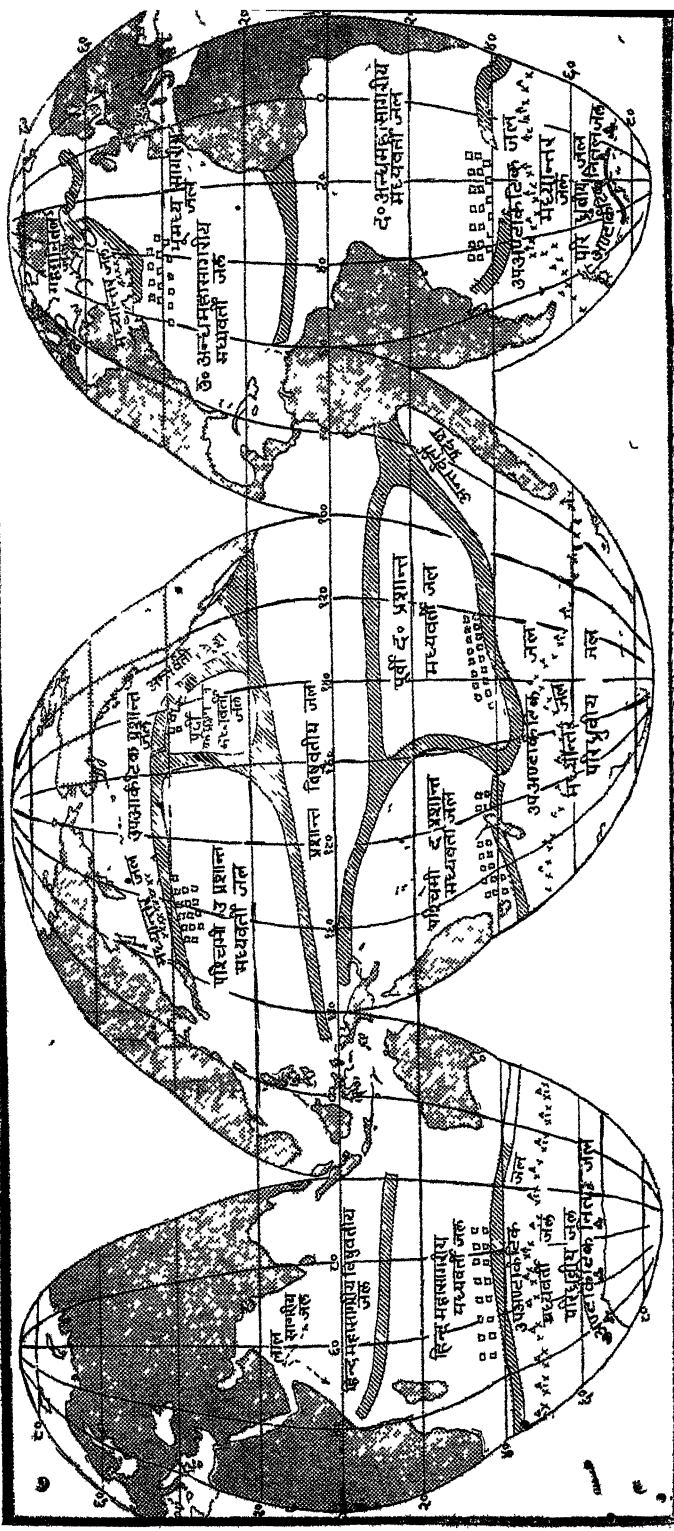
(२) पूर्वी ग्रीनलैण्ड धारा का शीतल जल।

इन जलों का सम्मिश्रण जाड़ों में ठण्डा होता है और लम्बवत् सवाहन की धाराओं द्वारा उससे गहरा जल (Deep Water) बनता है। इस गहरे जल का तापक्रम -0.2° और -1.2° के बीच में रहता है तथा लवणता 34.89 और 34.92 प्रति सहस्र के मध्य में रहती है।

भूमध्यसागर में वाष्पीकरण तथा जाड़े में शीतल होने की क्रिया से गहरे जल का निर्माण होता है। इस गहरे जल का तापक्रम 13.9° और 13.6° के बीच में रहता है तथा लवणता 34.8 और 34.7 प्रति सहस्र के मध्य में रहती है। यह भूमध्यसागरीय जल जिब्राल्टर के जलसंयोजक के अनुरूप अन्धमहासागर में प्रवाहित होता है, जहाँ वह अन्धमहासागर के जल से मिश्रित होता है और फिर 0 त = 27.5 तथा 0 त = 27.7 के पृष्ठों के बीच में अर्थात् अण्टार्कटिक मध्यान्तरीय जल के नीचे फैलता है।

लाल सागर में इसी प्रकार का किन्तु अधिक उष्ण और अधिक लवणमय नितल जल बनता है। इसका तापक्रम 21.5° तथा 22.0° के बीच में रहता है तथा लवणता 40.5 तथा 41.0 प्रति सहस्र के मध्य में रहती है।

यह लाल सागरीय जल बाब-एल-मण्डैब जलसंयोजक के नितल के अनुरूप हिन्द-सागर में प्रवाहित होता है जहाँ यह अन्य जलराशियों से मिश्रित होता है और फैलता है। लालसागर से हिन्दमहासागर में प्रवाहित होने वाले जल की मात्रा



चित्र १८८—महासागरो की ऊपरी जल राशियाँ

(दृष्टव्य—इस चित्र में अंकित वर्ग उन प्रदेशों को दर्शाते हैं, जहाँ मध्यवर्ती जलराशियाँ (Central Water Masses) बनती हैं। विभिन्न उन रेखाओं को दर्शाते हैं, जिनके अनुसार अटलांटिक और अण्टार्क्टिक मध्यान्तर जल डूबता है।)



चित्र २१०—हिन्द महासागर की धारायें (जुलाई)



चित्र २११—हिन्द महासागर की धारायें (जनवरी) [सन्दर्भ पृष्ठ २२५]

भूमध्यसागर से अन्धमहासागर में प्रवाहित होने वाले जल की अपेक्षा बहुत कम है, अतएव लालसागरीय जल का प्रभाव अपेक्षाकृत कम पड़ता है।

(८) उपपृष्ठीय मिश्रण से बनी जलराशियाँ (Water Masses Formed By Subsurface Mixing)

महासागरो की अन्य महत्वपूर्ण जलराशियाँ पृष्ठ जल के डबने से नहीं बनती वरन् उपपृष्ठीय मिश्रण की प्रक्रियाओं से बनती हैं। इनमें सबसे विशाल अण्टार्कटिक परिध्रुवीय जलराशि (Antarctic Circumpolar Water Mass) है, जो मुख्यतः अन्धमहासागरीय गहरे जल तथा अण्टार्कटिक नितल जल के मिश्रण से बनती है, किन्तु इसमें कुछ अण्टार्कटिक मध्यान्तरीय जल भी रहता है तथा भूमध्यसागरीय जल का भी कुछ अंश रहता है।

उपअण्टार्कटिक जलराशि (Sub Antarctic Water Mass) अण्टार्कटिक ससृति तथा दक्षिणी उपोष्ण ससृति के मध्य में पाई जाती है। यह दक्षिणी महासागरो और अण्टार्कटिक परिध्रुवीय जलराशियों की अन्तर्वर्ती अवस्था की द्योतक है।

इसी प्रकार उत्तरी उपोष्ण ससृति के उत्तर में उप आर्कटिक जलराशि (Sub Arctic Water Mass) पाई जाती है। इसके बनने के तीन कारण हैं—(१) मिश्रण (२) जाडो में शीतल होने की क्रिया तथा (३) अतिरेक वृष्टि (Excess Precipitation) प्रशान्त महासागर में उत्तरी और दक्षिणी मध्यवर्ती जलराशियों (Central Water Masses) के बीच में एक विषुवतीय जलराशि (Equatorial Water Mass) विद्यमान है। हिन्द महासागर में भी ऐसी एक विषुवतीय जलराशि है, किन्तु अन्ध महासागर में वह अनुपस्थित है।

उत्तरी तथा दक्षिणी प्रशान्त में उप-आर्कटिक तथा उपअण्टार्कटिक जलराशियाँ क्रमशः उत्तरी और दक्षिणी अमरीका के पश्चिमी तटों के अनुरूप विषुवत रेखा की ओर बढ़ती हैं, जहाँ पृष्ठ के उष्ण होने से तथा वाष्पीकरण के कारण उनके लक्षणों में परिवर्तन हो जाता है।

चित्र १८८ में विभिन्न महासागरो की प्रमुख जलराशियाँ प्रदर्शित की गई हैं। इस चित्र के अध्ययन से स्पष्ट होगा कि यद्यपि विभिन्न महासागरो में समान स्थिति में समान लक्षणों की जलराशियाँ हैं, तथापि अन्ध महासागर और प्रशान्त महासागर में उल्लेखनीय अन्तर है। अन्ध महासागर में उत्तरी तथा दक्षिणी भागों की मध्यवर्ती जलराशियाँ प्रमुख हैं, इसमें विषुवतीय जलराशि नहीं है तथा उपध्रुवीय जलराशियों का विस्तार अत्यन्त सीमित है। दूसरी ओर प्रशान्त महासागर में एक विशाल विषुवतीय जलराशि है और उत्तरी और दक्षिणी अमरीकाओं के पश्चिमी तटों के अनुरूप उपध्रुवीय जल विषुवत-रेखा की ओर अग्रसर होता है। दूसरा उल्लेखनीय तथ्य यह है कि उत्तरी और दक्षिणी प्रशान्त दोनों में दो-दो मध्यवर्ती जलराशियाँ हैं। इन जलराशियों के अस्तित्व का कारण संभवतः यह है कि प्रशान्त के उत्तरी और दक्षिणी दोनों भागों में दो-दो उच्च वायुभार के क्षेत्र हैं। उत्तरी अन्ध महासागर की मध्यवर्ती जलराशि उत्तरी प्रशान्त की मध्यवर्ती जलराशि से बिल्कुल भिन्न है—उ० अन्धमहासागर की मध्यवर्ती जलराशि की लवणता बहुत अधिक है, उत्तरी प्रशान्त की मध्यवर्ती जलराशियों की लवणता बहुत कम है। यह अन्तर संभवतः वाष्पीकरण तथा दृष्टि के विभेदन के कारण है।

तीसवाँ परिच्छेद

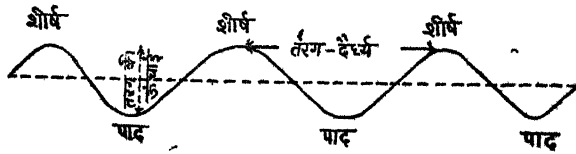
तरंगे

१ परिभाषा

वायु द्वारा सागर-पृष्ठ के जल के ऊपर उठने और नीचे गिरने की क्रिया का ही नाम 'तरंग' है। तरंग में जल आगे नहीं बढ़ता। वह केवल ऊपर उठता और नीचे गिरता है। इसकी तुलना हम उस रस्सी से कर सकते हैं, जिसके एक सिरे पर झटका दिया गया हो। ऐसी दशा में तरंग रस्सी के एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर चलती है, यद्यपि रस्सी की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं होता, वह जहाँ थी वही रहती है।

२ सम्बन्धित शब्दावली

तरंग के सर्वोच्च भाग को तरंग-शीर्ष (Crest) और सबसे नीचे भाग को तरंग-पाद (Trough) कहते हैं। दो उत्तरोत्तर तरंग-शीर्षों अथवा तरंगपादों के क्षैतिजान्तर को तरंग-दैर्घ्य (Wave Length) कहते हैं। तरंग-पाद के ऊपर तरंग शीर्ष के उच्चत्व को दोलन-विस्तार (Amplitude) कम्पविस्तार अथवा तरंग का उच्चत्व (Height of the wave) कहते हैं।

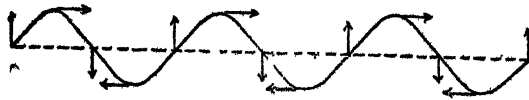


चित्र १८९—तरंगों से सम्बन्धित पारिभाषिक शब्द

महासागर में उठनेवाली बड़ी तरंगों का 'तरंग-दैर्घ्य' प्राय ३०० से ६०० फुट तक होता है और उनका दोलन-विस्तार प्राय २० से ४० फुट तक होता है।

३ तरंग में जलकणों की गति

गहरे जल में पृष्ठ के कणों की गति प्राय वृत्ताकार होती है। जैसा कि चित्र १९० में प्रदर्शित किया गया है जलकणों की गति शीर्ष में आगे की ओर पाद



चित्र १९०—तरंग में जलकणों की गति

में पीछे की ओर, अगले ढाल के मध्य में ऊपर की ओर और पिछले ढाल के मध्य में नीचे की ओर होती है।

४ तरंगों का वेग

निम्नलिखित सूत्र तरंगों का वेग निर्धारित करते हैं—

$v \propto g$ का वर्गमूल यदि ग कम है $\frac{v}{2}$ से

$v \propto d$ का वर्गमूल यदि ग अधिक है $\frac{v}{2}$ से

जहाँ पर v = तरंग का वेग

d = तरंग दैर्घ्य

g = जल की गहराई

५ तरंगों का महत्व

(१) जल की तरंगों का भौगोलिक महत्व उनकी तट के काटने की क्रिया से निहित है, जो केवल दो सौ फुट की गहराई तक ही सीमित है।

(२) तरंग द्वारा सागर-जल जब ऊपर उठता है तब वह अपने अन्दर वायु को सोख लेता है। सागर जल में इस प्रकार घुली हुई वायु पर अनेकानेक जीव-जन्तुओं का जीवन निर्भर है।

६ तरंगों का भौगोलिक कार्य

जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया है, तरंगों का कार्य-क्षेत्र बहुत कम गहराई तक ही सीमित है तो भी प्रभावित होने वाले क्षेत्र का विस्तार बहुत है, क्योंकि समस्त स्थल-खंडों की तट-रेखाओं की लम्बाई का योग लाखों मील है।

तरंगों के भौगोलिक कार्य को दो भागों में बाँटा जा सकता है—

(१) अपक्षरण का कार्य

(२) निक्षेपण का कार्य

(१) अपक्षरण का कार्य

महासागरीय अपक्षरण का अधिकांश कार्य तरंगों द्वारा सम्पन्न होता है। इसे प्रभावित करनेवाले प्रतिकारकों की विवेचना तेतीसवें प्रकरण में की गई है। जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, तरंग में जलकण ऊपर उठते और नीचे जाते हैं। छोटी तरंगों में यह गति पृष्ठ-जल तक ही सीमित रहती है, किन्तु बड़ी तरंगों में काफी गहराई पर स्थित नितल-जल का मन्थन होता है। इस क्रिया से उथले सागर-नितल के उभारों का पदार्थ हट जाता है और धाराओं द्वारा वह निचले भागों में एकत्र होता रहता है। इस प्रकार नितल के ऊँचे भाग नीचे होते रहते हैं और निचले भाग ऊँचे होते रहते हैं; अन्य शब्दों में तट के निकट तरंगों और धाराओं द्वारा सागर-नितल का समतलन (Levelling) होता रहता है।

विवृत सागर की तरंगों में जलकणों की अग्रगति नगण्य होती है। जल की आकृति में परिवर्तन अवश्य ही होता है, किन्तु अग्रगति नहीं होती। पूर्व में तरंग की तुलना उस रज्जु के की जा चुकी है, जिसके एक सिरे पर झटका दिया गया हो।

यह तुलना बड़ी उपयुक्त है। तथापि जब तरंग उथले सागर में प्रवेश करती है तब उसकी आकृति और गति दोनों में अन्तर होता है। तरंग की आकृति अतिज दिशा में सकुचित होती है, किन्तु उसकी ऊँचाई बढ़ जाती है। ऊपरी भाग आगे की ओर झुक जाता है और निचला भाग कुछ पीछे खिसक आता है। परिणाम यह होता है कि जब लहर टूटती है, तब वह आगे की ओर काफी पानी फेंकती है। टूटती हुई लहरों द्वारा फेंका गया यह पानी तट पर आगे बढ़ता है। उसका वेग क्रमशः क्षीण होता जाता है और अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाता है, जब गुरुत्वाकर्षण के कारण उसे आगे बढ़ने वाली लहरों के नीचे पीछे की ओर लौटना पड़ता है। लौटते हुए इस जल को अध कर्ष (Undertow) कहते हैं। इसमें अपक्षरण करने की पर्याप्त क्षमता होती है।



चित्र १९१—उथले सागर में तरंग की क्रिया

(इस चित्र से यह स्पष्ट होगा कि उथले सागर में तरंग तट से कुछ दूरी पर टूट जाती है।)



चित्र १९२—गहरे सागर में तरंग की क्रिया

(इस चित्र से यह स्पष्ट होगा कि गहरे सागर में तरंग तट पर जाकर ही टूटती है।)

तरंगों द्वारा अपक्षरण दो प्रकार से होता है—एक तो जब लहर टूटती है, उस समय जल की अप्रगति द्वारा और दूसरे रेत के कणों और शिलाखण्डों द्वारा जो उसके औजार का कार्य करते हैं। दोनों ही दशाओं में मुख्य कार्य उसी स्थान पर होता है, जहाँ लहर टूटती है। खुले हुए तटों पर जहाँ पानी की गहराई काफी हाती है, बड़ी बड़ी लहरें भी उस समय तक नहीं टूटती जब तक वे तट-रेखा का स्पर्श नहीं करती। इन विशाल तरंगों में जल के भार का भी प्रभाव पड़ता है। प्रति वर्ग फुट पर एक टन का भार होना साधारण सी बात है। शिलाओं के बड़े-बड़े खण्डों को मूल-शिला

(Parent Rock)से वियुक्त करने में ये थपड़े समर्थ होते हैं। अध कर्ष (Under-tow) इन शिल-खण्डों को गहरे जल में बहा ले जाता है और फिर तट की ओर बढ़ने वाली लहरों द्वारा ये तट की ओर प्रवाहित होते हैं। इस प्रकार लहरों के अपक्षरण की क्रिया निरन्तर चला करती है।

तरंगों के अपक्षरण के कुछ प्रमुख प्रभाव निम्नांकित हैं —

- (१) तट रेखाओं का सीधा होना
- (२) तट पर नितल का समतलन
- (३) स्थल का क्षेत्रफल घटना
- (४) तटीय प्रक्षेपों का पीछे की ओर कटना
- (५) तट पर अनेक विशिष्ट रूपों का निर्माण जैसे महासागरीय फलकियाँ

(Marine Benches) सागर-उच्छृंग (Sea Cliff) आदि

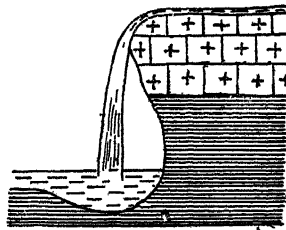
(२) निक्षेपण का कार्य

तरंगों और धारायों तरंग द्वारा अपक्षरित पदार्थ को तथा नदियों द्वारा निक्षेपित अवसाद को बहा ले जाती हैं, किन्तु अन्त में कहीं न कहीं उसे एकत्र अवश्य करती हैं। जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, इनकी प्रधान प्रवृत्ति 'समतलन' करने की होती है अर्थात् ये पदार्थ नितल के निचले भागों में एकत्र होते हैं। तरंग का कार्य-क्षेत्र अत्यन्त सीमित है, उसका विस्तार अधिक गहराई में नहीं है, अतएव समस्त अवसाद, जो अधिकतर स्थल-जन्य होता है, तट के निकट ही रहता है। ज्यों-ज्यों तट से दूरी बढ़ती जाती है, त्यों-त्यों अवसाद के कणों का आकार भी घटता जाता है। अन्य शब्दों में अवसाद का मोटा भाग गहराई की ओर रहता है। यह कथन निक्षेप के निम्नांकित क्रम से स्पष्ट हो जायगा—

- बड़े बड़े गण्डश्लम (Large boulders)
- अष्टीला (Pebbles)
- ककर (Grave)
- बालू (Sand)
- पक (Mud)
- चूना (Lime)

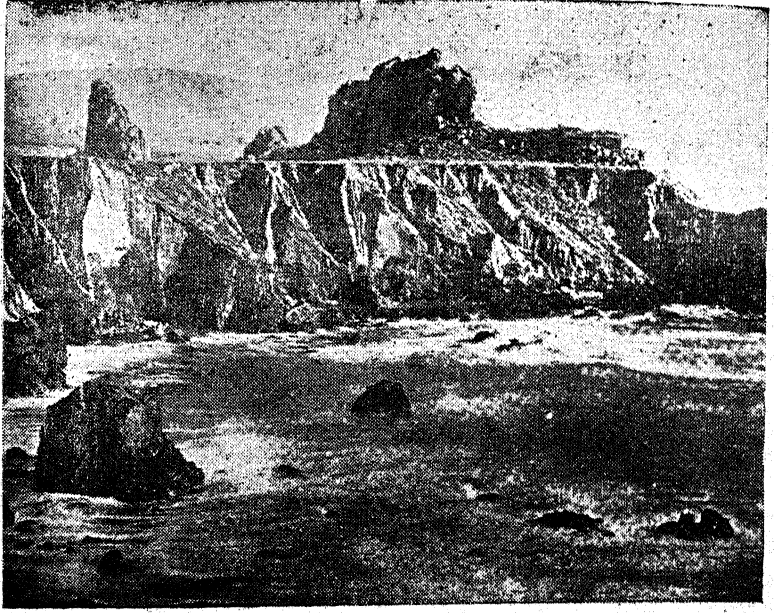
७. लहरों की क्रिया से बने रूपधेय अथवा तटीय भूदृश्य

(१) सागरीय उच्छृंग (Sea Cliff) — समुद्रतट पर स्थित ऊँचे, प्रपाती तथा समुद्र-भिमुख शैल पार्श्व को सागरीय-उच्छृंग कहते हैं। कभी कभी इनका ऊपरी भाग समुद्र की दिशा में आगे की ओर प्रक्षिपित करता है।



(२) महासागरीय फलकियाँ (Benches) Benches) — कभी कभी लहरों द्वारा सम्पन्न अपक्षरण मात्र से और कभी कभी लहरों के अपक्षरण तथा बाद में हुए निक्षेपण से

फलकियों (Benches) जैसी आकृतियाँ बन जाती हैं, जिन्हें हम महा-सागरीय फलकियाँ कहते हैं। चित्र-१९३-सागरीय उच्छृंग



चित्र १९४—महासागरीय फलकियाँ (Marine benches)

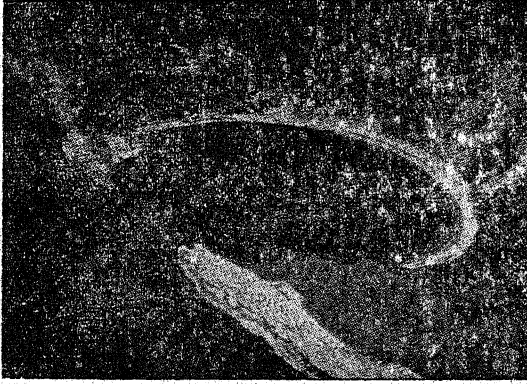
(३) खाड़ियाँ तथा प्राग्र (Bays and promontories)—यदि किसी समुद्र तट पर तटरेखा के प्रति समकोण बनाती हुई दिशा में कठोर और मृदुल शिलायें एकान्तर पर हों, तो महासागरीय अपक्षरण से मृदुल शिलायें घिसकर खाड़ियों का रूप ग्रहण कर लेती हैं और कठोर शिलायें प्राग्र (Promontories or Headlands) के रूप में बाहर की ओर निकली रहती हैं।



(४) कोव (Coves)—यदि किसी समुद्रतट पर तटरेखा के समानान्तर कठोर और मृदुल शिलायें पाई जाती हैं, तो सागर-जल कठोर शिलाओं के निर्बल भागों में प्रविष्ट हो जाता है और अन्दर की कोमल शिला को स्वभावतः अधिक मात्रा में काटता है, जिससे दीर्घ वृत्ताकार निम्न अस्तित्व में आ जाते हैं।

हैं। दीर्घवृत्ताकार निम्ननों को कोव (Cove) की संज्ञा दी गई है। दक्षिणी

चित्र १९५—खाड़ियाँ तथा प्राग्र

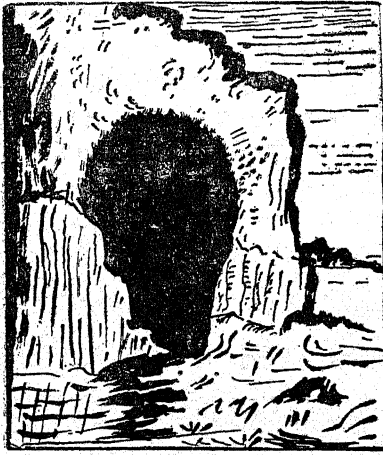


चित्र १९६—कोव

इंग्लैण्ड में कोव बहुत पाये जाते हैं।

(५) समुद्रतटीय कन्दरायें (Sea Caves)—समुद्र की लहरें तटीय शिलाओं

के निर्बल भागों और विवरों को सबसे पहले प्रभावित करती हैं। जब लहर उठती है, तब विवर का मुख बन्द हो जाता है, जिससे उसके अन्दर की वायु संकुचित होती है। जब लहर गिरती है, तब यह वायु प्रस्तरित होती है। इस प्रकार वायु के एका-न्तर पर सिकुड़ने और फैलने से विवर का आकार बढ़ता जाना है और कालान्तर में वह कन्दरा अथवा गुफा का रूप ग्रहण कर लेता है।



चित्र १९७—समुद्रतटीय कन्दरा

गति के फलस्वरूप जो शैलनिधाय अस्तित्व में आ जाता है, उसे तरंग घर्षित उत्तल कहते हैं।

(६) तरंग घर्षित उत्तल (Wave cut Terrace)—सागरीय उच्छृंग (Sea-cliff) के नीचे लहरों के थपड़ों तथा अधःकर्ष की (To and fro)

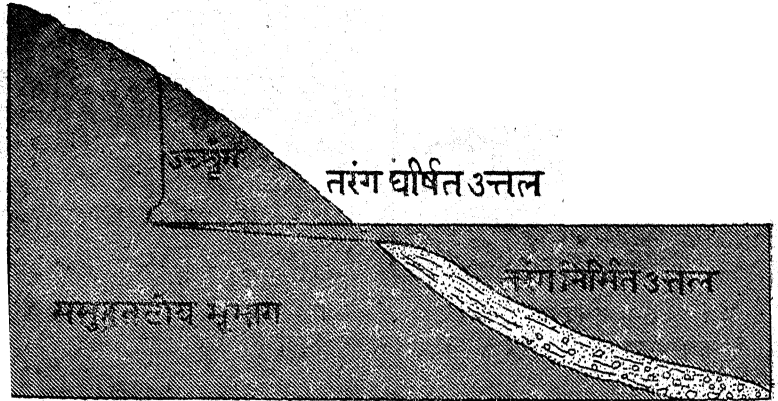
(७) तरंग निर्मित उत्तल (Wave Built Terrace)—तरंग घर्षित उत्तल के नीचे स्थित अपेक्षाकृत प्रपाती प्रवण में लहरों द्वारा सम्पन्न निक्षेपण से जो उत्तल बन जाते हैं, उन्हें हम तरंग निर्मित उत्तल कहते हैं।

(८) फाड़े हुए छेद (Blow Holes)—कभी कभी लहरों की क्रिया से समुद्र-तटीय कन्दराओं की छतों में छेद हो जाते हैं, जिन्हें हम फाड़े हुए छेद (Blow Holes) कहते हैं। लहरों द्वारा ढकेली गई हवा जब इन छेदों में से होती हुई ऊपर उठती है तब सीटी बजने की ध्वनि होती है।



चित्र १९८—फाटा हुआ छेद

(९) बीच (Beech)—सागरीय उच्छृंग (Sea Cliff) के अपक्षरण से जो पदार्थ प्राप्त होता है, वह तरंग घषित उत्तल में एकत्र हो जाता है। इसे ही हम 'बीच' (Beech) कहते हैं यह उच्च तथा निम्न जल चिन्हों के मध्य में स्थित होता है।

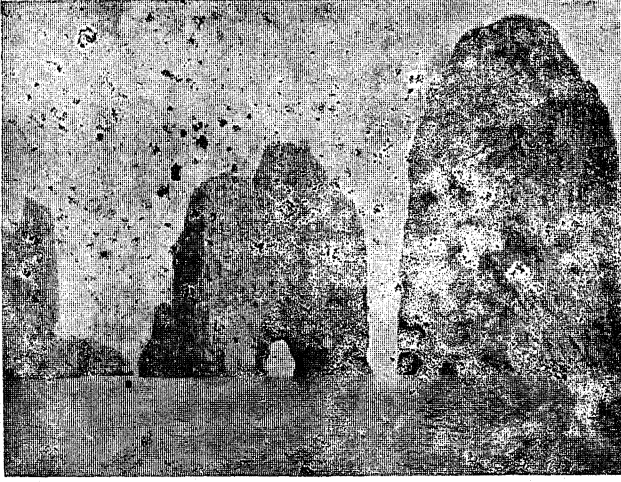


चित्र १९९—तरंग घषित उत्तल, तरंग निर्मित उत्तल तथा बीच

(१०) समुद्रतटीय स्तम्भ (Stack)—जब समुद्रतटीय मेहराब की छत ऋतु-क्षरण एवं लहरों की क्रिया द्वारा नष्ट हो जाती है, तब जो अवशिष्ट स्तम्भ खड़े रह जाते हैं, उन्हें समुद्रतटीय स्तम्भ कहते हैं।

(११) समुद्रतटीय स्तम्भ मूल (Stump)—समुद्रतटीय स्तम्भ के अपक्षरित हो जाने पर उसका अपेक्षाकृत अवरोधी मूल शेष रह जाता है। इसे ही स्तम्भमूल Stump कहते हैं। प्रकाशगृह (Light Houses) प्रायः इन्हीं पर स्थापित किये जाते हैं।

[पृष्ठ २१८ के सामने]

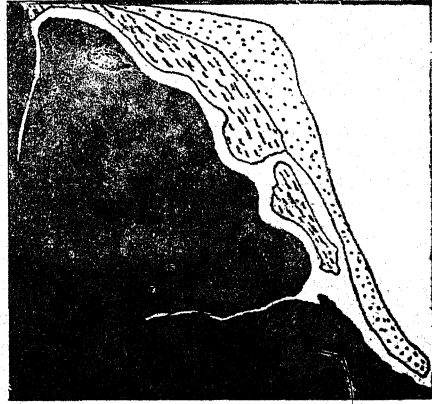


चित्र २००—समुद्रतटीय स्तम्भ-मूल, मेहराब तथा स्तंभ



चित्र २०६—टोम्बोलो

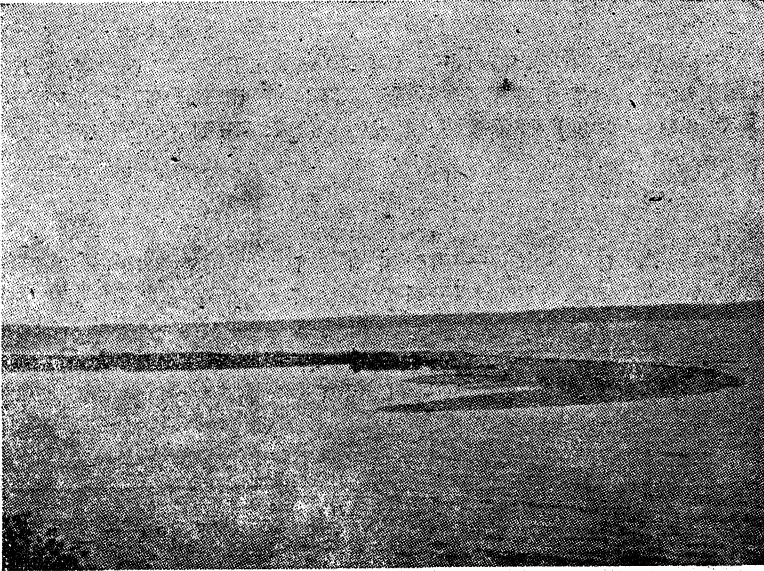
(१२) सिकता दण्ड (Sand bar)—नदियों द्वारा समुद्र को समर्पित किये गये अवसाद से कभी कभी उनके मुहाने पर समुद्र में रेत के टीले बन जाते हैं। इन्हें ही हम सिकता दण्ड कहते हैं।



चित्र २०१—सिकता दण्ड

(१३) अंकुश (Hook)—ऐसे सिकता-दण्ड को जिसका एक सिरा मुड़ा हुआ हो, अंकुश (Hook) कहते हैं।

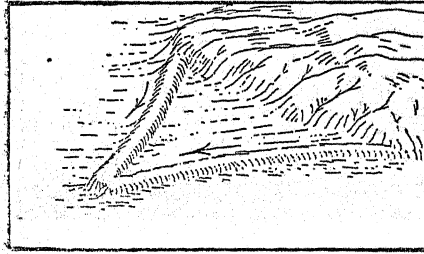
(१४) पाश (Loop)—जब किसी अंकुश का मोड़ क्रमशः विकसित होते होते स्थल से मिल जाये, तब उसे हम पाश (Loop) कहते हैं। (चित्र २०३)



चित्र २०२—अंकुश

(१५) टोम्बोलो (Tombolo)—ऐसे सिकता-दण्ड को जो एक द्वीप को दूसरे द्वीप से अथवा किसी द्वीप को मुख्य स्थलखण्ड से मिलाता हो, हम टोम्बाला कहते हैं।

(१६) उपहृद (Lagoon)—कभी कभी सिकता-दण्डों से खाड़ी का मुख



२०३—पाश



चित्र २०४—उपहृद

बिल्कुल बन्द हो जाता है और वह समावृत्त जलाशय में परिणत हो जाती है, जिसे हम उपहृद (Lagoon) कहते हैं। पूर्वी जर्मनी में सिकता-दण्डों की ऐसी लम्बी तथा संकरी पट्टियों को जिनसे समुद्रतट पर अनेक उपहृद बन गए हैं हाफ (Haff) कहते हैं। इसी आधार पर इस प्रकार की तटरेखा को हाफ तट रेखा (Haff Coast line) कहते हैं। चित्र २०४ में पूर्वी जर्मनी का हाफ तट प्रदर्शित किया गया है।

(१७) जिह्वा (Spit)—सागर में प्रक्षिप्त संकरी, निचली और जिह्वा सदृश बालुका निर्मित भूरूप को जिह्वा (Spit) कहते हैं। सिकता दण्ड और जिह्वा में मुख्य अन्तर यह है कि जिह्वा का एक सिरा स्थल से जुड़ा रहता है, सिकतादण्ड का नहीं।



चित्र २०५—जिह्वा

इंकीसवाँ परिच्छेद

धारायें

१ परिभाषा

महासागर के एक भाग से दूसरे भाग को जाने वाले जल के प्रवाह को 'धारा' कहते हैं। धारा का अनुमान इस प्रकार किया जा सकता है कि सागर पृष्ठ का कुछ जल एक चौड़ी नदी के रूप में आगे बढ़ता है। यह जल काफी प्रबल वेग से प्रवाहित होता है। उदाहरणस्वरूप गल्फ-स्ट्रीम नामक धारा का वेग आरम्भ में प्रति घण्टे तीन मील से पाँच मील तक है। हमारी गंगा भी प्रायः इसी वेग से बहती है। तरंगों और धाराओं में यही मुख्य अन्तर है कि तरंग में पानी केवल ऊपर उठता और नीचे गिरता है किन्तु धारा में पानी आगे बढ़ता है।

३ धाराओं की प्रकृति

विषुवत् रेखा से उत्तर-दक्षिण की ओर प्रवाहित होने वाली धारायें उष्ण हैं। इसके विपरीत ध्रुवों से विषुवत रेखा की ओर प्रवाहित होने वाली धारायें शीतल हैं।

६ धाराओं की उत्पत्ति का कारण

धाराओं की उत्पत्ति के तीन मुख्य कारण हैं —

- (१) तापक्रम की विभिन्नता
- (२) लवणता की विभिन्नता
- (३) वायु का प्रभाव

(१) तापक्रम की विभिन्नता

विषुवत रेखा के निकट का जल सूर्य की सीधी एव प्रखर किरणों द्वारा सदैव तपता रहता है जिससे वह अन्य भागों के जल की अपेक्षा सदैव अधिक उष्ण रहता है। उष्ण होने के फलस्वरूप वह प्रस्तरित है और उत्तर-दक्षिण की ओर प्रवाहित होता है।

(२) लवणता की विभिन्नता

लवणता जितनी अधिक होगी जल का उतना ही अधिक घनत्व होगा और उतना ही अधिक वह भारी भी होगा। हल्का अलवण जल सागरपृष्ठ पर तैरता रहता है जबकि अधिक घनत्व का लवण जल नीचे रहता है। जब भिन्न लवणता के दो सागर एक दूसरे से सम्बन्धित होते हैं, तब जल प्रवाह सदैव कम लवणता वाले सागर से अधिक लवणता वाले सागर की ओर होता है। भूमध्यसागर की लवणता अन्धमहासागर की अपेक्षा अधिक है अतएव पृष्ठजल सदैव अन्धमहासागर से भूमध्य सागर की दिशा में प्रवाहित होता है।

(३) वायु का प्रभाव

प्रबल प्रचलित वायु सागरजल के पृष्ठ के स्तर को अपने साथ आगे बढ़ा ले जाती है और इस प्रकार धारायें अस्तित्व में आ जाती हैं। इस विषय में अब

मतभेद नहीं है कि वायु ही सागर में धाराओं का मुख्य कारण है। ससार की प्रमुख धाराओं की उत्पत्ति का कारण व्यापारिक (Trade) और पछुवा (Westerlies) हवाये हैं। यदि वायु की दिशा में ऋतु-सम्बन्धी अथवा अन्य किसी कारण कोई अन्तर होते हैं तो उसी प्रकार के परिवर्तन धाराओं में हो जाते हैं। उदाहरणार्थ हिंदमहासागर में जाड़ों में जब मानसून हवाये उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम की ओर चलती हैं, तब धाराये भी इसी दिशा में बहने लगती हैं, गरमी में मानसून के साथ ही धाराओं की दिशा भी विपरीत हो जाती है।

४ धाराओं की दिशाओं में परिवर्तन

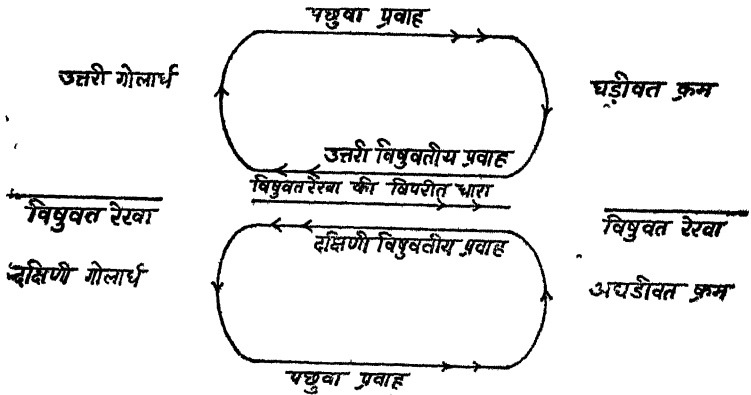
धाराओं की दिशाओं में परिवर्तन मुख्यतः दो कारणों से होते हैं —

(१) महाद्वीपों की आकृति—धाराओं की दिशा को प्रभावित करती है। धाराये सीधे न बहकर तट के अनुरूप बहती हैं।

(२) फ़ैरेल का सिद्धान्त—फ़ैरेल के सिद्धान्त के अनुसार वायु की भाँति धाराये भी उत्तरी गोलार्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं।

धाराओं का सामान्य क्रम

जैसा कि चित्र २०७ से स्पष्ट होगा, उत्तरी गोलार्ध में धाराओं का क्रम घड़ीवत् है और दक्षिणी गोलार्ध में अघड़ीवत्।



चित्र २०७—धाराओं की सामान्य दिशाये

६ महासागरों की प्रमुख धाराये

(१) अन्ध महासागर की धाराये

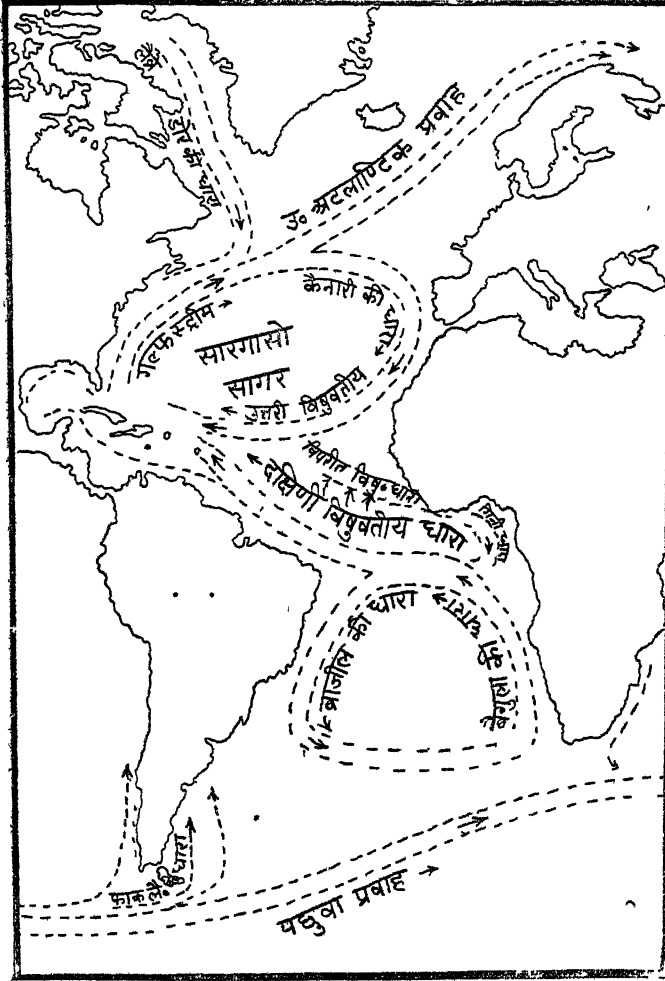
(क) उत्तरी अन्धमहासागर

उत्तरी विषुवतीय प्रवाह (North Equatorial Current) इस प्रवाह का मुख्य कारण उत्तरी पूर्वी व्यापारिक वायु है। यह प्रवाह प्रायः विषुवत रेखा के समानान्तर ही पश्चिम की ओर बहता है। कैरिबियन सागर में पश्चिमी द्वीप-समूह

इस प्रवाह को दो भागो मे बाँट देता है—(१) एक धारा उत्तर की ओर बहती है। यह उत्तरी अमरीका के पूर्वी तट के अनुरूप प्रवाहित होती है। आगे चलकर इसे ही 'गल्फस्ट्रीम' की सज़ा दी गई है। (२) दूसरी धारा दक्षिण की ओर प्रवाहित होकर मैक्सिको की खाडी मे पहुँचती है।

गल्फ स्ट्रीम, उत्तरी अटलाण्टिक का प्रवाह तथा कनारीज प्रवाह

गल्फ स्ट्रीम फ्लोरिडा और क्यूबा द्वीपो के मध्य मे स्थित सर्कीण जलडमरू-मध्य से होकर उत्तरी अमरीका के पूर्वी किनारे पर उत्तर की ओर बहती है। केप



चित्र २०८—अन्धमहासागर की धाराये

हट्टेरॉस के निकट यह धारा पछुवा हवाओ के प्रभाव से आ जाती है, जो इसे उत्तर-पूर्व की ओर बहा ले जाती है। आगे चलकर यह दो भागों में विभाजित हो जाती है—(१) एक धारा नॉर्वे की ओर बहती है, जिसे हम उत्तरी अटलांटिक का प्रवाह कहते हैं, (२) दूसरी धारा जो कनारोज प्रवाह के नाम से विख्यात है, दक्षिण की ओर मुड़कर स्पेन, पुर्तगाल तथा उत्तरी अफ्रीका के तटानुसार बहती है। यह ठंडी धारा है। व्यापारिक वायु के प्रभाव में आकर यह प्रवाह पुन उत्तरी विषुवत-रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाता है।

इस प्रकार उत्तरी अन्धमहासागर में धाराओं का एक वृहद चक्र निर्मित होता है। इस चक्र की धाराओं की दिशा घड़ीवत (Clock-wise) है। इसके मध्य का जल स्थिर रहता है जिससे उसमें बहुत सी घास-फूस, सेवार आदि एकत्र हो जाती है। महासागर के इस भाग को 'सारगासो सागर' (Sargasso Sea) कहते हैं। यह नाम स्पेनवालों ने रखा था, क्योंकि सर्वप्रथम जब उन्होंने इसको देखा तो उनको अपने देश के कुओं में पैदा होने वाली एक घास की याद आई, जिसे वे 'सारगासो' कहते हैं।

लेब्रेडोर की धारा

उत्तरी ध्रुवसागर के शीतल जल की एक धारा ग्रीनलैण्ड द्वीप के पश्चिमी तटानुसार दक्षिण की ओर बह आती है। इसको लेब्रेडोर की धारा कहते हैं। इसकी उत्पत्ति का प्रमुख कारण लवणता की विभिन्नता है। अतुलित हिम के पिघलने के कारण उत्तरी ध्रुवसागर दक्षिण के अन्धमहासागर की अपेक्षा कम लवणमय है—अतएव यह धारा उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। न्यूफाउण्डलैंड के निकट यह धारा गल्फ-स्ट्रीम से मिलती है। इन दोनों धाराओं के मिलने से घना कुहरा उत्पन्न होता है। लेब्रेडोर धारा के साथ अनेक हिम-शिलायें (Icebergs) बह आती हैं। कुहरों के कारण वे दिखाई नहीं देती। इनसे जहाजों को बड़ी जोखिम रहती है। सन् १९१२ ई० में प्रसिद्ध ब्रिटिश जहाज टाइटेनिक ऐसी ही एक हिमशिला से टकराकर नष्ट हो गया।

(ख) दक्षिणी अन्ध महासागर

द० विषुवतीय प्रवाह, ब्राजील की धारा तथा बंगुला की धारा

दक्षिणी विषुवतीय प्रवाह—दक्षिण-पश्चिमी व्यापारिक वायु ही इसको उत्पत्ति का मुख्य कारण है। पृथ्वी की परिभ्रमण गति के कारण यह प्रवाह पश्चिम की ओर प्राय विषुवत रेखा के समानान्तर ही बहता है। द० अमरीका के उ० पूर्वी तटपर स्थित केप सैण्ट रोक के निकट यह दो भागों में बँट जाता है—(१) एक धारा उत्तर की ओर बहती हुई मैक्सिको की खाड़ी में प्रवेश करती है और आगे चलकर गल्फस्ट्रीम में विलीन हो जाती है। (२) दूसरी धारा द० अमरीका के पूर्वी तट के अनुरूप दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। इसे ब्राजील की धारा कहते हैं। आगे चलकर यह धारा पछुवा हवाओं के प्रवाह में विलीन हो जाती है और पूर्व दिशा में बहने लगती है। इसका एक भाग, जिसे हम बंगुला की धारा कहते हैं, उत्तर की ओर मुड़ जाता है और अफ्रीका के तटानुरूप बहता हुआ दक्षिणी विषुवत रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाता है।

फॉकलैण्ड प्रवाह—यह उत्तरी अन्धमहासागर के लैन्डो-प्रवाह के समान है। यह प्रवाह द० अमरीका के दक्षिणी भाग के पूर्वी किनारे पर दक्षिण से उत्तर की ओर बहता है।

अण्टार्कटिक प्रवाह—यह प्रवाह और भी दक्षिण में पूर्व की ओर प्रवाहित होता है। स्थलखण्डों के अभाव के कारण यह अत्यन्त प्रबल वेग से बहता है। इसे पछुवा हवा का प्रवाह भी कहते हैं।

(ग) मध्य अन्ध महासागर

विषुवत रेखा की विपरीत धारा (Counter Equatorial Current)
जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, व्यापारिक हवाओं के कटिबन्ध में सागर पृष्ठजल उत्तरी और दक्षिणी विषुवत रेखा की धाराओं के रूप में पश्चिम की ओर बहता है। मध्य अमरीका के पूर्वी तट पर यह जल एकत्र होता रहता है और धीरे धीरे वहाँ के जल का समतल पूर्वी अन्धमहासागर की अपेक्षा ऊपर उठ जाता है। क्योंकि जल सदैव ऊँचे समतल से नीचे समतल की ओर प्रवाहित होता है, अतएव यह संचित जलराशि पुनः पूर्व की ओर विषुवत रेखा की विपरीत धारा के नाम से बहने लगती है।

प्रशान्त महासागर की धारायें

(क) उत्तरी प्रशान्त

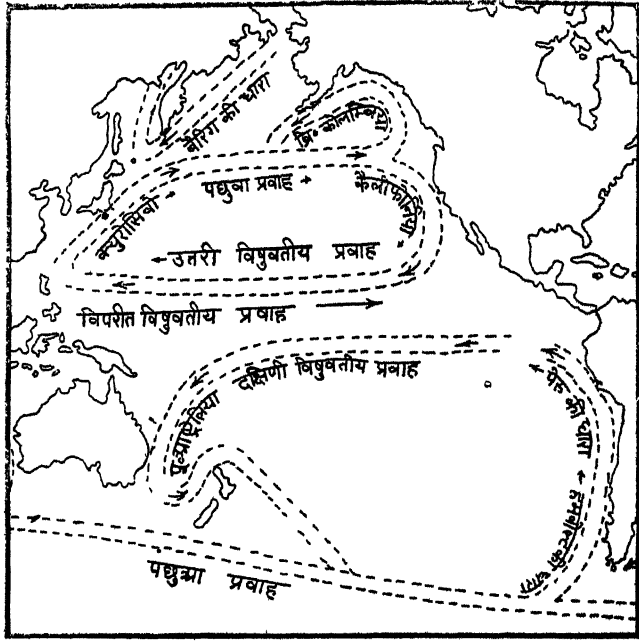
उत्तरी विषुवतीय प्रवाह—उ० पू० व्यापारिक वायु इसकी जन्म-दाता है। यह प्रवाह प्रायः विषुवत रेखा के समानान्तर ही उसके कुछ उत्तर में पश्चिम की ओर बहता है।

क्यूरोसिबो—यह उष्णधारा अन्ध महासागर की गल्फ स्ट्रीम के समान है। जापान के दक्षिण में यह धारा दो भागों में विभाजित हो जाती है—(१) पश्चिमी शाखा जापान-सागर में बहती हुई उत्तर की शीतल कमचटका की धारा में विलीन हो जाती है और (२) पूर्वी शाखा पछुआ हवाओं के कारण उ० पू० की ओर बहने लगती है और उत्तरी प्रशान्त जलधारा के नाम से ब्रिटिश कोलम्बिया के पश्चिमी तट तक पहुँचती है।

कमचटका की धारा—यह धारा अन्धमहासागर की लैन्डो धारा के समान है। साईबेरिया के पूर्वी तट पर यह धारा बैरिंग स्ट्रेट में होती हुई दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। इसे बैरिंग की धारा भी कहते हैं।

उत्तरी प्रशान्त प्रवाह—यह उ० अटलाण्टिक प्रवाह के समान ही है। इसे पछुवा प्रवाह भी कहते हैं। ब्रिटिश कोलम्बिया के पश्चिमी तट पर यह दो भागों में विभाजित हो जाता है—एक धारा उत्तर की ओर बहती है जिसे ब्रिटिश कोलम्बिया प्रवाह कहते हैं और दूसरी धारा कैलिफोर्निया की धारा के नाम से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है।

कैलिफोर्निया की धारा—यह शीतल धारा कैलिफोर्निया और मैक्सिको के पश्चिमी तट पर उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। कुछ और दक्षिण जाकर यह उत्तरी विषुवत रेखा के प्रवाह में विलीन हो जाती है।



चित्र २०९—प्रशांत महासागर की धारायें

इस प्रकार उ० प्रशान्त मे भी उ० अन्ध-महासागर की भाँति धाराओं का घड़ीवत् चक्र बन जाता है।

(ख) दक्षिणी प्रशांत

अण्टार्कटिक प्रवाह—यह प्रवाह अत्यन्त दक्षिण मे पूर्व की ओर बहता है। इस प्रवाह का कारण पछुवा हवाये है।

हमबोल्ट अथवा पेरू प्रवाह—द० अमरीका के द० कोने पर अण्टार्कटिक प्रवाह का कुछ अंश उ० की ओर घूम जाता है और हमबोल्ट अथवा पेरू के शीतल जल-प्रवाह के नाम से द० अमरीका के पश्चिमी तट पर बहता है। मकर-रेखा को पार कर यह दक्षिणी विषुवतीय प्रवाह मे विलीन हो जाता है।

द० विषुवतीय प्रवाह—यह धारा विषुवत रेखा के निकट दक्षिण में पश्चिम की ओर प्रवाहित होती है। आस्ट्रेलिया के उ० पू० मे यह धारा दो भागो मे विभाजित हो जाती है—(१) एक भाग पश्चिम की ओर बहता हुआ पूर्वी द्वीप समूह को पार करता है और उत्तरी विषुवत रेखा की धारा मे विलीन हो जाता है; (२) दूसरा भाग पूर्वी आस्ट्रेलिया को उष्ण जल-धारा के नाम से दक्षिण दिशा में मुड़ जाता है। द्वीपों की बहुलता के कारण दक्षिणी विषुवतीय धारा कई भागो में बँट जाती है।

पूर्वी आस्ट्रेलिया की धारा—यह धारा आस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर दक्षिण की ओर बहती है और अन्त में अण्टार्कटिक प्रवाह में विलीन हो जाती है। यह उष्ण प्रवाह है।

(ग) मध्य प्रशान्त

विषुवत रेखा की विपरीत धारा—अटलांटिक महासागर की भांति प्रशांत महासागर में भी यह धारा विद्यमान है

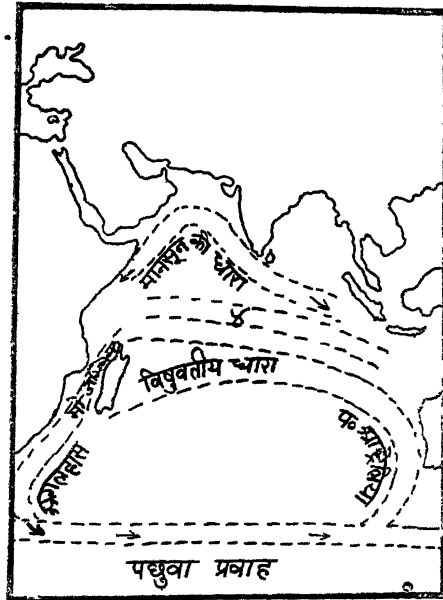
हिन्द महासागर की धाराये

(क) दक्षिणी हिन्द महासागर

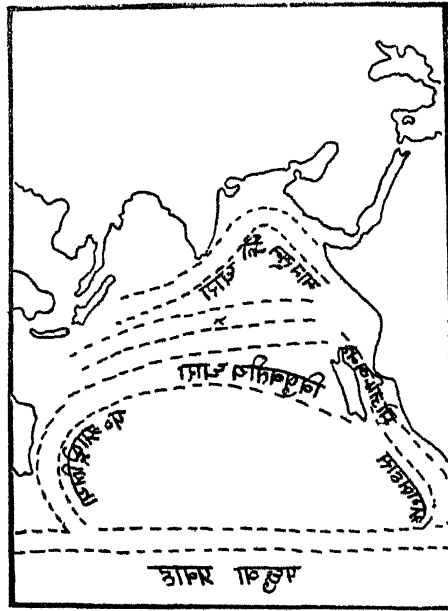
दक्षिणी हिन्द-महासागर की धाराओ का क्रम द० अटलांटिक और द० प्रशांत महासागर की धाराओ जैसा ही है। आस्ट्रेलिया के दक्षिण-पश्चिम में अटार्कटिक जल-धारा की एक शाखा उत्तर की ओर घूम कर पश्चिमी आस्ट्रेलिया की शीतल जल धारा के नाम से आस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट पर उत्तर की ओर प्रवाहित होती है। मकर रेखा को पार कर यह धारा दक्षिणी विषुवतीय प्रवाह में विलीन हो जाती है।

दक्षिणी विषुवतीय प्रवाह—पश्चिम की ओर बहती है और मंडागास्कर के निकट दक्षिण की ओर घूम जाती है और मोजम्बिक की उष्ण जल धारा कहलाती है।

आगे चलकर इसे अगुलहास की धारा कहते हैं। आगे चलकर यह पछुवा हवाओ के प्रभाव में आकर पूर्व की ओर बहती है और अन्त में अण्टार्कटिक जलधारा में मिलकर चक्र पूरा करती है।



चित्र २१० हिन्द महासागर की धाराये (जुलाई)



चित्र २११—हिन्द महासागर की धाराये (जनवरी)
(ख) उत्तरी हिन्द महासागर

उत्तरी हिन्द महासागर की धाराओं का क्रम मौसमी हवाओं की दिशा के अनुसार निश्चित होता है। ग्रीष्म ऋतु में ६०° ५०' मानसून के प्रभाव के कारण इनकी दिशा अरब के पूर्वी तट पर दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व रहती है और शीत काल में ३०° ५०' मानसून के कारण ये धाराये विपरीत दिशा में प्रवाहित होने लगती हैं।

७ जल-धाराओं का प्रभाव

इनमें कुछ प्रमुख ये हैं —

(१) उष्ण जलधाराये अपने प्रभाव के क्षेत्रों का तापक्रम ऊँचा करने में समर्थ होती हैं। इसके विपरीत शीतल जलधार अपने निकटस्थ प्रदेशों का तापक्रम घटाती हैं। गल्फस्ट्रीम के कारण ३०° ५०' योरप का तापक्रम उन्हीं अक्षांशों पर स्थित अन्य स्थल-खण्डों की अपेक्षा अधिक रहता है। दूसरी ओर पूर्वी कनाडा का तापक्रम लेब्रेडोर धारा के कारण बहुत घट जाता है। इतना ही नहीं, गल्फस्ट्रीम के कारण ५०° योरपीय तट जाडों में भी नहीं जमता, जब कि लेब्रेडोर की धारा कनाडा के पूर्वी तट के जम जाने में और भी सहायक होती है।

(२) उष्ण जलधारा के ऊपर बहने वाली वायु शीतल जल धारा के ऊपर बहने वाली वायु की अपेक्षा अधिक शुष्क होती है अतएव उसमें अधिक आर्द्रता ग्रहण करने की क्षमता रहती है। यही कारण है कि उष्ण धाराओं के ऊपर से बहने वाली वायु अतिशय वाष्पमय होती है। गल्फस्ट्रीम के कारण ही ५०° योरप में वर्षा अधिक होती है। ६०° ५०' अफ्रीका में कलाहारी मरुभूमि का अस्तित्व आंशिक रूप से शीतल बंगाल की धारा के कारण है।

(३) ऐसे स्थानों पर जहाँ शीतल एव उष्ण जलधारायें मिलती हैं, घना कुहरा उत्पन्न होता है, जो जहाजों के लिये बहुत खतरनाक है। टाइटेनिक नामक ब्रिटिश जहाज इसी कुहरे ही के कारण नष्ट हो गया, क्योंकि कुहरा छाया होने के कारण उत्तर से बहकर आने वाली हिमशिलायें (Icebergs) दृष्टिगोचर न हो सकी और उनसे टकरा कर यह महान जलयान चूर-चूर हो गया।

(४) उष्ण जल धाराओं के कारण उत्तरी अक्षांशों में स्थित बन्दरगाह शीतकाल में भी नहीं जमते जिससे उनमें वर्ष भर सतत रूप से व्यापार होता रहता है। गल्फस्ट्रीम के कारण ही नॉर्वे का नार्थ केप (७१° उ०) नामक बन्दरगाह वर्ष भर खुला रहता है।

(५) धाराओं के प्रवाह की दिशा जलयानों के चलने में सहायक होती है। आधुनिक वाष्पयुग के पूर्व जलयान अनुकूल धाराओं के अनुसार ही चला करते थे। आजकल भी अमरीका से योरोप जानेवाले अधिकांश जहाज गल्फस्ट्रीम के अनुरूप चलते हैं।

(६) शीतल धारायें अपने प्रवाह के साथ मछलियों के झुण्ड के झुण्ड ले आती हैं, जिससे मात्सिकी (Fishes) को प्रोत्साहन मिलता है। उ० जापान और न्यूफाउण्डलैण्ड मात्सिकी की दृष्टि से यदि आज इतने अधिक महत्वपूर्ण है, तो इसका समस्त श्रेय वहाँ पर उत्तर से प्रवाहित होने वाली शीतल जलधाराओं को है।

(७) धारायें सागर-जल को स्थिर नहीं होने देती। इस प्रकार वे स्थिर जल के अस्वास्थ्यप्रद परिणामों और हानियों को रोकती हैं।

(८) कभी कभी शीतल जल धाराओं के साथ बड़ी बड़ी हिम-शिलायें बह आती हैं, जिनसे जहाजों को बड़ी हानि पहुँचती है। इस सम्बन्ध में टाइटेनिक का उदाहरण दिया ही जा चुका है।

(९) जल धाराओं पर सागर के जीवजन्तुओं का जीवन निर्भर है। उष्ण धारायें प्रवाल के विकास के लिये अत्यन्त अनुकूल हैं। जलधाराओं द्वारा ही सागर के प्राणियों को ऑक्सीजन और भोजन की उपलब्धि होती है।

(१०) उ०प० योरोप में मानव वसति (Settlement) अत्यन्त घनी है, जब कि इन्हीं अक्षांशों पर स्थित पूर्वी साइबेरिया प्रायः अनिवासित है इसका कारण भी धारायें हैं।

उपर्युक्त पक्तियों से स्पष्ट है कि जल धाराओं द्वारा जलवायु, व्यापार मात्सिकी, बन्दरगाहों का विकास, सागरीय प्राणियों का जीवन, मानव-वसति आदि सभी कुछ प्रभावित और निर्धारित होता है।

(८) प्रवाह (Drift) धारा (Current) और स्रोत (Stream) का अन्तः

इनमें कोई मौलिक भेद नहीं है, केवल सीमा की निश्चितता तथा जल के वेग का अन्तर है। प्रवाह से तात्पर्य है, जल के ऊपरी स्तरों की गति, जिनकी कोई निश्चित सीमा निर्धारित नहीं की जा सकती जैसे उत्तरी अटलाण्टिक का प्रवाह। इसकी अपेक्षा धारा में जल का वेग अधिक होता है और उसकी सीमायें भी अधिक निश्चित होती हैं जैसे लैब्रेडोर की धारा। स्रोत अथवा स्ट्रीम और भी अधिक निश्चित होती है। उदाहरण के लिये गल्फस्ट्रीम के अधिकांश भाग के लिए निश्चित सीमायें निर्धारित की जा सकती हैं, जिससे उसे महासागर में उष्ण जल का स्रोत कहना सार्थक ही है। इसकी पश्चिमी सीमा सबसे अधिक निश्चित है जहाँ यह लैब्रेडोर की धारा का स्पर्श करती है। इसके प्रवाह का वेग प्रतिदिन १०-१५ मील से अधिक नहीं होता। दूसरी ओर धारा अथवा स्ट्रीम की गति प्रति घण्टे ४—५ मील होती है। मुख्यतः वायु से उत्पन्न होने के कारण प्रवाह सामान्यतः विस्तृत भी अधिक होता है—किन्तु धारा और स्रोत अपेक्षाकृत सकुचित, निश्चित सीमा में बद्ध और अधिक वेगवान होते हैं।

बत्तीसवाँ परिच्छेद

ज्वार-भाटा

१ परिभाषा

समुद्रतट के निवासी जानते हैं, कि सागर-जल चौबीस घटे में दो बार धीरे-धीरे स्थल की ओर अग्रसर होता है और फिर पीछे हटकर अपनी पूर्व दशा पर आ जाता है। सागर-जल के इस चढ़ाव-उतार को ज्वार भाटा कहते हैं—जल के आगे बढ़ने को ज्वार कहते हैं और पीछे हटने को भाटा।

२ ज्वार-भाटा का कारण

ज्वारभाटा का कारण सूर्य और चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति है। सूर्य तथा चन्द्रमा दोनों ही पृथ्वी को अपनी ओर खींचते हैं यद्यपि सूर्य चन्द्रमा की अपेक्षा आकार में बहुत बड़ा है, तथापि वह दूर भी बहुत है। सूर्य पृथ्वी से चन्द्रमा की अपेक्षा ९,२७,५०,००० मील अधिक दूर है, अतएव पृथ्वी पर चन्द्रमा के आकर्षण का प्रभाव सूर्य की अपेक्षा कहीं अधिक होता है। पृथ्वी के प्रति चन्द्रमा और सूर्य के आकर्षण का अनुपात ११ ५/८ है।^१ चन्द्रमा पृथ्वी को अपनी ओर आकृष्ट करता है, किन्तु

१ आकर्षण शक्ति न्यूटन के नियम से निर्धारित होती है। न्यूटन का नियम यह है कि यदि ऐसे दो पिण्ड हों, जिनकी मात्रा क्रमशः M_1 और M_2 हो तथा जिनकी पारस्परिक दूरी d हो तो उनकी पारस्परिक आकर्षण शक्ति $\frac{M_1 \times M_2}{d^2}$ के अनुपात में होगी।

पृथ्वी से सूर्य की दूरी लगभग ९ करोड़ ३० लाख मील है। पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी लगभग २ ३/४ लाख मील है। सूर्य की मात्रा चन्द्रमा की मात्रा की तुलना में लगभग ६६,०४७ गुना है।

अतएव—

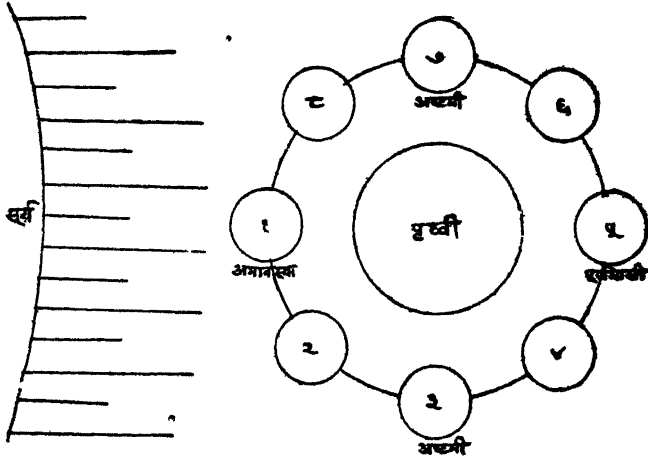
$$\frac{\text{पृथ्वी के प्रति चन्द्रमा की आकर्षण शक्ति}}{\text{पृथ्वी के प्रति सूर्य की आकर्षण शक्ति}} = \frac{\text{पृथ्वी की मात्रा} \times \text{चन्द्रमा की मात्रा}}{(\text{पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी})^2} \\ = \frac{\text{पृथ्वी की मात्रा} \times \text{सूर्य की मात्रा}}{(\text{पृथ्वी से सूर्य की दूरी})^2}$$

$$= \frac{\text{पृथ्वी की मात्रा} \times \text{चन्द्रमा की मात्रा}}{(\text{पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी})^2} \times \frac{(\text{पृथ्वी से सूर्य की दूरी})^2}{\text{पृथ्वी की मात्रा} \times \text{सूर्य की मात्रा}}$$

$$= \frac{\text{चन्द्रमा की मात्रा}}{\text{सूर्य की मात्रा}} \times \left(\frac{\text{पृथ्वी से सूर्य की दूरी}}{\text{पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी}} \right)^2$$

[शेष गणना अगले पृष्ठ के त्तीचे]

जल, जो द्रव पदार्थ है, शीघ्रता से खिंच जाता है और महासागर के उस भाग का जल



चित्र २१२—चन्द्रमा की विभिन्न स्थितियाँ

जो चन्द्रमा के ठीक सामने पडता है, ऊपर की ओर उठ आता है। यह ज्वार आस-पास के पानी के सिमटने से ही बनता है। जिस समय किसी स्थान पर ज्वार होता है,

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{66,047} \times \left(\frac{9,30,00,000}{2,40,000} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{66,047} \times (392)^2 \\
 &= \frac{153328}{66047} \\
 &= \frac{153328}{66047} \div \frac{3944}{3944} \\
 &= \frac{39}{21} \text{ (लगभग)} \\
 &= \frac{11 \times 4}{21} \\
 &= \frac{11}{21} \\
 &= \frac{11}{5\frac{1}{3}}
 \end{aligned}$$

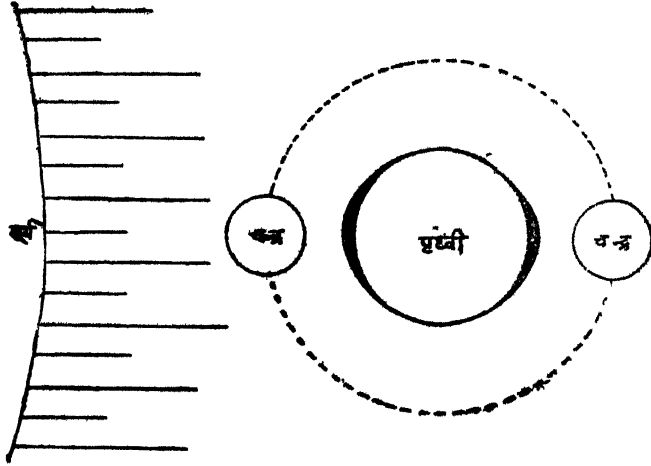
अन्य शब्दों में—

पृथ्वी के प्रति चन्द्रमा की आकर्षण शक्ति पृथ्वी के प्रति सूर्य की आकर्षण शक्ति = $11 \frac{1}{3}$

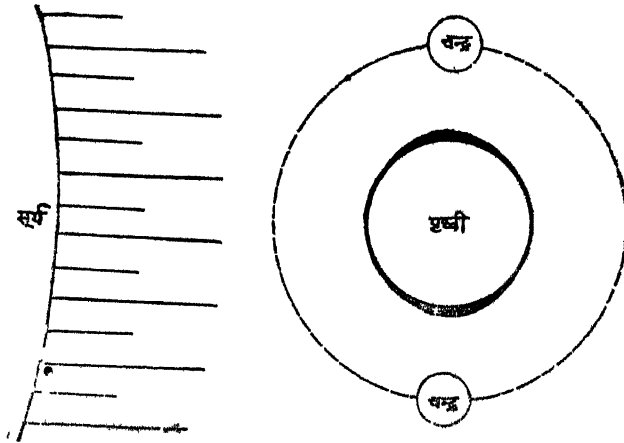
तो पृथ्वी पर ठीक उसके दूसरी ओर भी अर्थात् उस स्थान पर जो 180° के कोण पर स्थित होता है वैसा ही ज्वार उठता है, क्योंकि चन्द्रमा स्थल को भी तो अपनी ओर खींचता है और ऐसा होने से दूसरी ओर जल एकत्र हो जाता है। इस प्रकार एक ही समय में दो विपरीत स्थानों में ज्वार उठा करता है। परन्तु जो स्थान इन स्थानों के प्रति समकोण बनाते हैं, वहाँ पानी नीचा होता है अर्थात् वहाँ भाटा रहता है।

ज्वार-भाटा विषयक सिद्धान्तों के अध्ययन के लिये कृपया ५९वाँ परिच्छेद देखिए।

महीने में दो बार पूर्णमासी और अमावस्या के दिन सूर्य, चन्द्रमा और पृथ्वी तीनों एक सीध में आ जाते हैं। इन दो दिनों का ज्वार अन्य दिनों की अपेक्षा



चित्र २१३—दीर्घ ज्वार



चित्र २१४—लघु ज्वार

अधिक होता है, क्योंकि ऐसी दशा में सूर्य और चन्द्रसा दोनों की सम्मिलित शक्तियाँ पृथ्वी के जल को आकर्षित करती हैं। इसे ही दीर्घ-ज्वार कहते हैं। कलकत्ते में हुगली का जल दीर्घ-ज्वार में १५ फुट ऊँचा उठ आता है।

इसके विपरीत अष्टमी के दिन जब पृथ्वी के प्रति सूर्य और चन्द्रमा समकोण बनाते हैं, तब ज्वार अपेक्षाकृत हल्का होता है। इस दशा में सूर्य की शक्ति चन्द्रमा की शक्ति के विरुद्ध कार्य करती है। इसे लघु-ज्वार (Neap Tide) कहते हैं। कलकत्ते में हुगली का जल लघु-ज्वार में छै फुट ऊँचा उठता है।

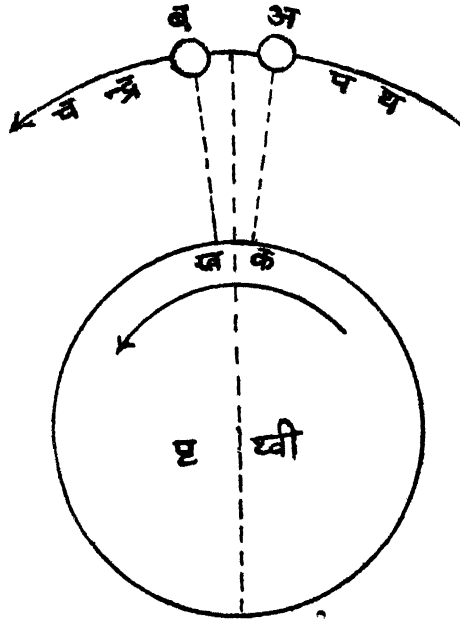
दो उत्तरोत्तर ज्वारों का मध्यान्तर

चन्द्रमा पृथ्वी के किसी स्थान पर चौबीस घण्टे में एक बार आता है और उसके विपरीत स्थान पर भी वह चौबीस घण्टे में एक ही बार आता है। अतएव प्रत्येक स्थान पर चौबीस घण्टे में दो बार ज्वार आता है।

यदि चन्द्रमा स्थिर होता, तो प्रकट है कि पृथ्वी का प्रत्येक स्थान चौबीस घण्टे में एक बार चन्द्रमा के सम्मुख आता। ऐसी दशा में किसी स्थान पर दो उत्तरोत्तर ज्वारों का मध्यान्तर बारह घण्टे ही होता। किन्तु जब, पृथ्वी का कोई स्थान चौबीस घण्टे बाद अपनी पूर्व स्थिति में आता है तब चन्द्रमा, अपनी परिक्रमण गति के कारण आगे बढ़ आता है और उस स्थान को चन्द्रमा के ठीक सामने होने के लिए कुछ समय और लग जाता है। यही कारण है, कि किसी स्थान पर दो उत्तरोत्तर ज्वारों के मध्य में लगभग बारह घण्टे छब्बीस मिनट का अन्तर होता है।

गणित द्वारा स्पष्टीकरण

मान लीजिए चन्द्रमा 'अ' पर है (चित्र २१५)। ऐसी दशा में उसकी आकर्षण शक्ति से 'क' पर ज्वप होता है। 'क' को सम्पूर्ण परिक्रमा लगाताप अपनी पूर्व-स्थिति में आने के लिए २४ घण्टे लगते हैं, किन्तु इस काल में चन्द्रमा 'अ' से 'ब' पर पहुँच जाता है, फलतः ज्वार की अनुभूति के लिए 'क' को 'ख' पर पहुँचना आवश्यक हो जाता है। पृथ्वी की पूर्ण परिक्रमा लगाने के लिए,



चित्र २१५—दो उत्तरोत्तर ज्वारों के मध्यान्तर का निर्धारण

चन्द्रमा को २८ दिन^१ लगते हैं। अर्थात् क ख पृथ्वी की पूर्ण परिधि का २८ वाँ अंश है।

क को १ परिक्रमा लगाने में २४ घण्टे लगते हैं

$$\frac{१}{२८} \quad \text{''} \quad \frac{२४ \times ६०}{२८} \text{ मिनट लगते हैं}$$

= लगभग ५२ मिनट

परिक्रमा लगाते समय 'क' जब अपनी प्रतिध्रुवीय स्थिति पर पहुँचता है, तब उसमें पुन, ज्वार होता है। उपयुक्त गणित के अनुसार ऐसा होने के लिए २४ घंटे ५२ मिनट का आधा समय अर्थात् १२ घण्टे २६ मिनट लगना चाहिए, जो वास्तविकता भी है।

४ ज्वार का चढ़ाव

विवृत महासागर में ज्वार का चढ़ाव एक दो फुट ही होता है। बाल्टिक और भूमध्यसागर जैसे आंशिक समावृत सागरों में यह चढ़ाव और भी कम होता है, किन्तु जब ज्वार द्वारा उठे हुए जल को उथली अथवा चौड़े मुह की सकीर्ण घाटी में प्रविष्ट होना पड़ता है तो वह बहुत ऊँचा उठ आता है। उत्तरी अमरीका की फण्डी की खाड़ी में वह ७० फुट ऊँचा उठ आता है, जो ससार में सबसे अधिक है। जल के इस प्रकार ऊपर उठने को 'बोर' (Bore) कहते हैं। यदि नदी की एस्चुअरी ज्वार आने का दिशा में हो तो पानी बहुत ऊँचा उठता है।



चित्र २१६—फण्डी की खाड़ी

५ समज्वार रेखाये (Cotidal Lines)

वे कल्पित रेखाये जो सागर के उन स्थानों को मिलती हैं जहाँ ज्वार एक ही समय आता है, समज्वार रेखाये कहा जाती हैं।

६ ज्वार भाटा से लाभहानि

(क) लाभ

(१) भाटा नदियों के मुहाने से कूड़ा-करकट बहा ले जाता है और उसे महासागर में दूर फेक देता है।

(२) बड़े बड़े जहाज ज्वार की सहायता से बन्दरगाहों तक पहुँच जाते हैं

1 Lunar Month—The interval of time in which moon makes one complete revolution round the earth from the new moon to new moon is approximately 29 5 days. It is often popularly taken to be a period of 28 days—W. G Moore (A Dictionary of Geography)

और भाटा के साथ बाहर निकल आते हैं। बिना ज्वार के लन्दन प्रसिद्ध बन्दरगाह न होता और केवल एक भीतरी नगर रह जाता।

(३) ज्वार में सिमटे हुए जल को सचय कर अनेक लाभ उठाये जा सकते हैं। ज्वार-भाटा से जल-विद्युत भी उत्पन्न की जा सकती है।

(ख) हानि

(१) ज्वार-भाटा द्वारा कभी कभी बड़ी वेगवती और भयानक धाराये उत्पन्न होती हैं, जिन्हे हम 'ज्वार धाराये' (Tidal Currents) कहते हैं। जहाजो को इनसे बड़ी हानि पहुँचती है।

(२) खाड़ियों में और बन्दरगाहो के निकट ज्वार द्वारा कभी कभी बहुत सी रेत एकत्र हो जाती है। ऐसे बन्दरगाहो को गहरा बनाये रखने के लिये बहूत सा धन व्यय करना पड़ता है।

तेतीसवाँ परिच्छेद

महासागरीय अपक्षरण और तट रेखाएँ

१ सागर का विनाशात्मक कार्य

(क) महासागरीय अपक्षरण

सागर का विनाशात्मक कार्य, जो केवल तट तक ही सीमित है, मुख्यतः लहरो से होता है, जो अप्रत्यक्ष रूप से वायु पर निर्भर है। ज्वारभाटा और धाराओं से अपेक्षाकृत कम विनाश होता है। सागरीय अपक्षरण निम्नलिखित प्रतिकारकों के अनुसार होता है —

- (क) तटीय शिलाओं की संरचना (Structure)
- (ख) तटीय शिलाओं की कठोरता (Hardness)
- (ग) तटीय शिलाओं की अभिनति (Dip)
- (घ) जलवायु का प्रभाव
- (ङ) जीवजन्तुओं और पादपों का प्रभाव

(क) तटीय शिलाओं की संरचना

यदि तट अबद्ध कणों (Loose particles) द्वारा निर्मित होता है, तो लहरे स्वयं ही तट काटने में समर्थ होती हैं, किन्तु यदि तट दृढ़ और ठोस शिलाओं द्वारा निर्मित हुआ तो इनका कार्य अप्रत्यक्ष रूप से होता है। ऐसी दशा में अष्टोला (Pebbles) रेतों का कार्य करते हैं। शिलाओं के निर्बल भाग और विवर (Openings) इनसे सर्वप्रथम प्रभावित होते हैं। जल की ऊँची लहरें इन विवरों का मुख बन्द कर देती हैं, जिससे अन्दर की वायु रुद्ध हो जाती है। जब लहरे नीचे जाती हैं तो वायु पुनः प्रस्तरीत होती है। इस प्रकार वायु के एकान्तर पर संकोचन (Compression) और विस्तार (Expansion) के फलस्वरूप विवर गुफा का रूप धारण कर लेते हैं और धीरे-धीरे उनकी छत और पार्श्वभित्तियाँ (Sidewalls) अपदलित होकर गिर पडती हैं। इस प्रकार लहरे किनारे को नष्ट करती रहती हैं।



चित्र २१७—लहरो की क्रिया से बनी गुफा

(ख) तटीय शिलाओं की कठोरता



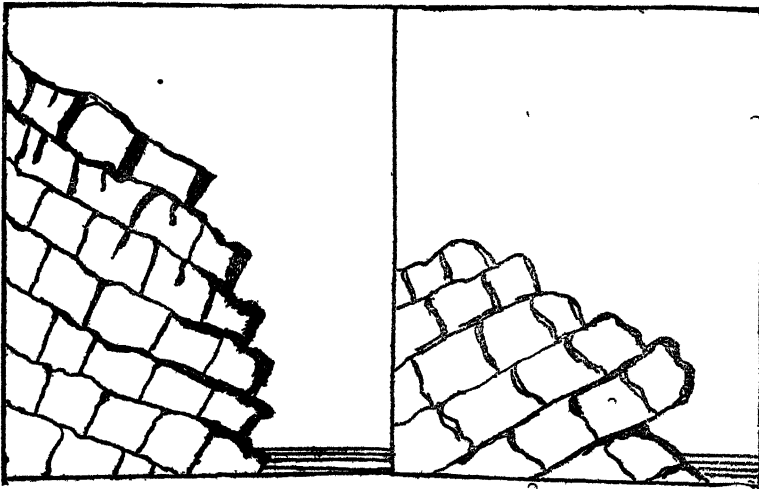
चित्र २१८—शिलाओं की कठोरता का सागरीय अपक्षरण पर प्रभाव

मृदुल शिलाओं में कठोर शिलाओं की अपेक्षा अपक्षरण अधिक सरलता से होता है अतएव यदि कोई तट अनेक प्रकार की शिलाओं द्वारा निर्मित हो, तो उसकी मृदु शिलायें घिसकर सागर-कुक्षि (Bay) का रूप ग्रहण कर लेती हैं और कठोर शिलायें बाहर की ओर निकली रहती हैं। आयरलैण्ड का दक्षिण-पश्चिमी तट इसका एक सुन्दर उदाहरण है। इसे चित्र २१८ में प्रदर्शित किया गया है।

(ग) तटीय शिलाओं की अभिनति

यदि तटीय शिलाओं की अभिनति सागर की दिशा में हो और सन्धियों की स्थल की दिशा में (चित्र २१९-क) (Joints) तो तटीय शिलाओं के बड़े-बड़े टुकड़े बड़ी सरलता से तट से पृथक होकर गिर पड़ते हैं।

इसके विपरीत यदि तटीय शिलाओं की अभिनति स्थल की ओर होती है और सन्धियों की सागर की दिशा में (चित्र २१९ ख) तो तटीय शिलाओं के चटख जाने पर भी उनके टुकड़े सरलता से पृथक नहीं होते। इस अवस्था में अपक्षरण अपेक्षाकृत कम होता है।



क

ख

चित्र २१९—सागरीय अपक्षरण पर शिलाओं के अभिनति कोण की दिशा का प्रभाव

(घ) जलवायु का प्रभाव

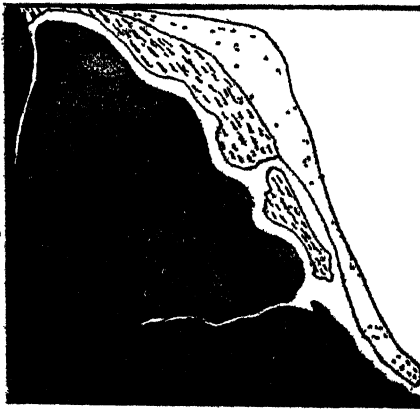
जलवायु भी सागर द्वारा तट के अपक्षरण की क्रिया को प्रभावित करती है। उदाहरण के लिये अधिक वर्षा के क्षेत्रों में जहाँ लहरे किनारे को नीचे से तोड़ती है, वहाँ वर्षा-जल उसे ऊपर से काटता है। इस प्रकार तटीय अपक्षरण और भी अधिक वेग से होता है।

(ङ) जीव जन्तुओं और पादपों का प्रभाव

कुछ सागर, जन्तु तटीय शिलाओं में छिद्र करके उन्हें निर्बल बना देते हैं, जिससे लहरे उन्हें सरलतापूर्वक नष्ट करने में समर्थ होती हैं। इसके विपरीत पादपों की जड़े तटीय शिलाओं को स्थायी बनाने में सहायक होती हैं।

२. सागर का सृजनात्मक कार्य

सागर, यदि एक स्थान पर स्थल का अपक्षरण करता है, तो दूसरी ओर वह उसी पदार्थ को बालुका-दण्ड (Sand bar) और जिह्वा (Spit) के रूप में अन्यत्र (जैसे नदियों के मुहाने और सागर-कुक्षि में) निक्षेपित भी करता है। कभी-कभी तो सागर-कुक्षि बालुका दण्डों से बिल्कुल बन्द हो जाती है।



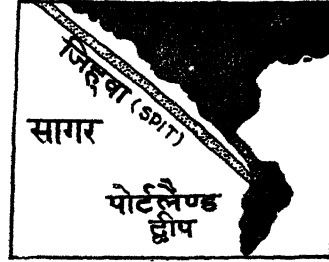
(क) सिकता-दण्ड अथवा

बालुका दण्ड (Sand bar)— नदियों द्वारा सागर को समर्पित अतुलित अवसाद (Sediments) बालुका दण्ड की सृष्टि के लिये अनिवार्य सामग्री प्रदान करता है। कभी-कभी सागर-कुक्षि (bay) के बालुका दण्डों द्वारा बिल्कुल बन्द हो जाने से उपहृद (Lagoons) बन जाते हैं। कभी-कभी मुहाने पर स्थित सिकता-दण्डों से नदियों के प्रवाह की दिशा बदल जाती है। उदाहरण के लिए, पूर्वी

चित्र २२०—सिकतादण्ड (Sand bar) के कारण एल्ड नदी की धारा का दक्षिण की ओर मुड़ जाना

(ख) जिह्वा (Spits) और सिकता द्वीप—सागर में प्रक्षिप्त सकीर्ण और निचलो बालू से बनी जीम सदृश आकृति को 'जिह्वा' (SPIT) की सजा दी गई है। बालुका दण्ड और जिह्वा में मुख्य अन्तर यह है कि जिह्वा का एक सिरा स्थल में जुड़ा रहता है, बालुका दण्ड का नहीं। सागर-कुक्षि-द्वार को प्रभावित करने

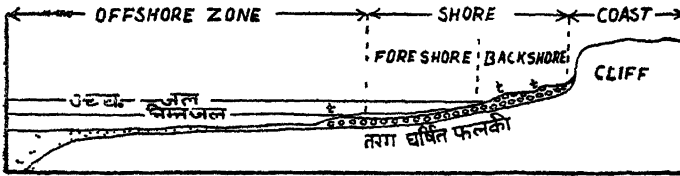
वालो धाराओ से जिह्वाओ (Spits) की सृष्टि होती है। जर्मनी के तट पर बालुका दड और जिह्वा अत्यन्त प्रचुर मात्रा में पाये जाते हैं। इनके द्वारा समावृत सागरी को यहाँ हाँफ (Haffs) कहते हैं। कभी-कभी महाद्वीप दूर स्थित द्वीपों से जिह्वा द्वारा जुड़ जाते हैं। उदाहरण के लिए दक्षिणी इंग्लैंड में पोर्ट-लैंड नामक द्वीप एक लम्बो और अविराम जिह्वा द्वारा मुख्य स्थलखण्ड से जुड़ गया है। कभी-कभी सागर द्वारा निक्षेपित पदार्थ इतना मोटा होता है कि दलदल बन जाते हैं। दक्षिणी इंग्लैंड का रौमने दलदल इसी प्रकार बना है। ऐसे दलदलों के सूखने पर अत्यन्त उपजाऊ भूमि उपलब्ध होती है।



(ख) तट रेखाएँ (Shore Lines)

हिन्दी में अंग्रेजी के Coast, Shore तथा Beach तीनों भिन्न अर्थ के शब्दों के लिये प्रायः एक ही शब्द 'तट' प्रयुक्त होता है, जो असुद्ध है। भूगोल तथा भूगर्भ के छात्रों के लिये यह नितान्त आवश्यक है, कि वे Coast, Shore तथा Beach के अन्तर को स्पष्टतः समझे और उनका सही प्रयोग करें।

चित्र २२१—जिह्वा (Spit) द्वारा पोर्टलैंड द्वीप का मुख्य स्थलखण्ड से सम्बन्ध



चित्र २२२—तटीय कटिबन्ध के विभिन्न भाग

उपर्युक्त चित्र से स्पष्ट होगा कि—

Coast—उच्छृंग (Cliff) के तुरन्त पीछे के स्थलीय कटिबन्ध को

Coast कहते हैं।

Shore—सागर-नितल के उस भाग को Shore कहते हैं, जिसका विस्तार निम्न जल के समतल से लेकर उच्छृंग के पद तक होता है।

Shore के पुन दो विभाग किये जा सकते हैं —

(१) Fore-Shore—उच्च-जल तथा निम्न जल से समतलों के मध्य के भाग को Fore Shore कहते हैं।

(२) Back-Shore—उच्च जल के समतल के ऊपर के भाग को Back-Shore कहते हैं।

Off-Shore—तटीय कटिबन्ध के उस भाग को, जो निम्नजल के समतल के नीचे होता है, हम Off-Shore कहते हैं।

Beach—Shore पर अस्थायी रूप से एकत्र हुए मलवे (Debris) को हम Beach कहते हैं। यह मलवा तरंग घषित फलकी (Wave cut bench)

पर स्थापित होता है। यदि इसका विस्तार Off-Shore zone में भी होता है, तो उसे हम Off-Shore Beach Terrace कहते हैं।

तट-रेखाओं का वर्गीकरण

(Classification of Shore Lines)

- तटरेखा से हमारा तात्पर्य है सागरीय उच्छृंग (Cliff) के पद की सीमा अथवा स्थल की सीमा।

तटरेखाओं का वर्गीकरण मुख्यतः दो आधारों पर किया जा सकता है —

(१) तटीय स्थलखण्ड की संरचना के आधार पर

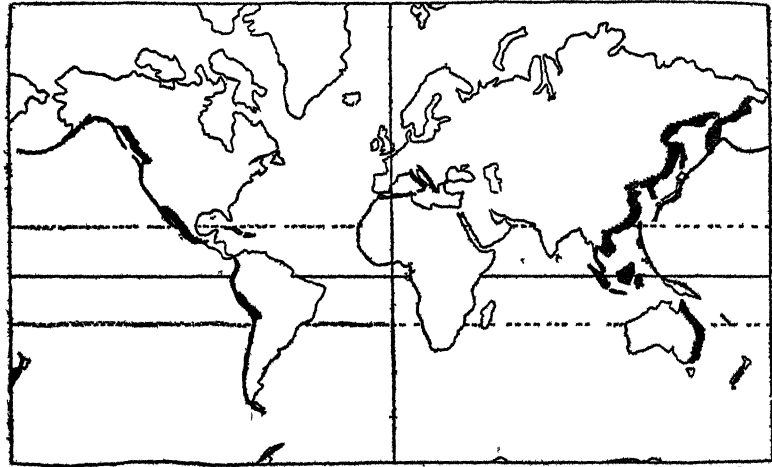
(२) उद्भव के अनुसार

(१) तटीय स्थलखण्ड की संरचना के आधार पर तटरेखाओं

का वर्गीकरण

सुएस (Suess) ने इस आधार पर तटरेखाओं को दो मुख्य प्रकारों में विभाजित किया है —

(१) प्रशान्त प्रकार की तट रेखा (Pacific type Coastline) — ये तटरेखाएँ नवीन भूजित पर्वत-श्रेणियों के समानान्तर हैं। इनके पुनः दो विभाग किये जा सकते हैं—(१) प्राथमिक (Primary) तथा (२) गौण (Secondary)।



चित्र २२३—प्रशान्त तथा अटलाण्टिक प्रकार की तट रेखाएँ

(दृष्टव्य—इस मानचित्र में प्राथमिक प्रशान्त तट रेखा मोटी रेखा द्वारा, गौण प्रशान्त-तट जो प्रशान्त प्रकार की हैं जैसे बृम्हा का पश्चिमी तट समानान्तर रेखाओं द्वारा तथा अटलाण्टिक प्रकार की तट रेखा पतली रेखा द्वारा प्रदर्शित की गई हैं। इस मानचित्र में सभी अंकित नहीं हो सका है।

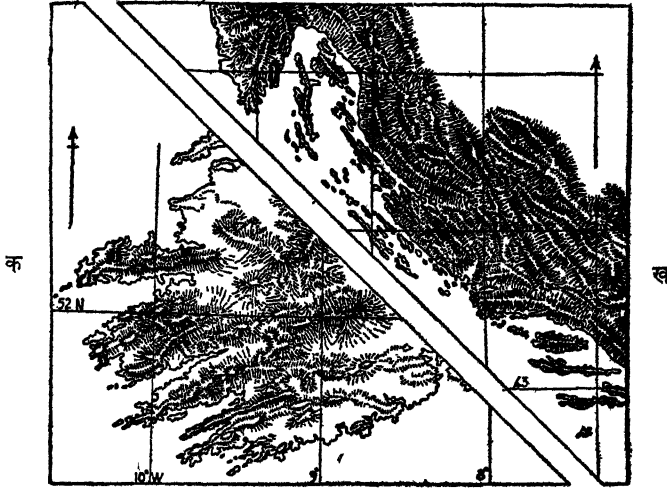
(२) अटलाण्टिक प्रकार की तट रेखा (Atlantic type Coastline) — इन तटरेखाओं का महाद्वीपों के किनारे की संरचना से कोई सम्बन्ध नहीं है।

वॉन रिचथोफ़ेन ने इसी वर्गीकरण के लिये दूसरे नाम सुझाये हैं —

(१) अनुदैर्घ्य तट (Longitudinal Coast)—सरचनात्मक कणों के समानान्तर होते हैं।

(२) अनुप्रस्थ तट (Transverse Coast)—सरचनात्मक कणों की समकोण दिशा में कटे होते हैं।

अन्य शब्दों में अनुदैर्घ्य तट प्रशान्त तट का दूसरा नाम है तथा अनुप्रस्थ तट अटलाण्टिक तट का दूसरा नाम है।



चित्र २२४—(क) विसवादी (Discordant) तट (द० प० आयरलैंड)
(ख) सवादी (Concordant) तट (डालमैशिया)

बुशर (Bucher) ने प्रशान्त एव अटलाण्टिक तटों को क्रमशः सवादी (Concordant) एव विसवादी (Discordant) तटों की सजा दी है।

२ उद्भव के अनुसार तट-रेखाओं का वर्गीकरण

(Genetic Classification of Shore-Lines)

जौन्सन ने तट-रेखाओं को, उद्भव के अनुसार, चार प्रमुख वर्गों में विभाजित किया है —

(१) निमज्जन की तट रेखाएँ (Shore-Lines of Submergence)—तट पर स्थित स्थल के विशेष रूपों के आंशिक जलमग्न हो जाने से अथवा Coast के कुछ भाग के समुद्र में धँस जाने से ये तट-रेखाएँ बनती हैं।

(२) उन्मज्जन की तट रेखाएँ (Shore-Lines of Emergence)—सागर-नि तल के ऊपर उठने अथवा सागर के जलपृष्ठ के नीचे जाने से इनका निर्माण होता है।

(३) उदासीन तट रेखाएँ (Neutral Shorelines)—इन तट रेखाओं के बनने में न उन्मज्जन होता है और न निमज्जन ही।

(४) यौगिक तट रेखाएँ (Compound Shore Lines)—वे तट रेखाएँ हैं, जिनमें पूर्वोक्त किन्हीं दो अथवा तीनों प्रकार की तटरेखाओं के गुण विद्यमान हैं।

अधोलिखित स्थल के रूपों के निमज्जन से ये तटरेखाएँ अस्तित्व में आ जाती हैं -

(१) नदियों की घाटियाँ—जब समुद्रतट पर स्थित नदियों की घाटियाँ सागरजल में डूब जाती हैं तब जो तट-रेखा अस्तित्व में आ जाती है, उसे हम रियाँ तट (Rid Coast) कहते हैं। (चित्र २२५)

१२) हिमनदियों की घाटियाँ—जब समुद्रतट पर स्थित हिमनदियों की घाटियाँ



चित्र २२५—रिया तट



चित्र २२६—नॉर्वे का फियोर्ड तट



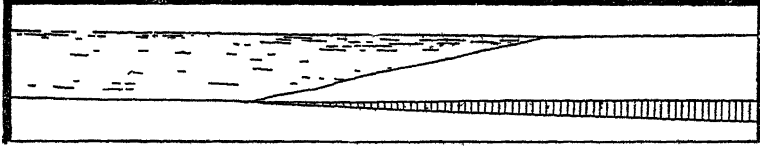
चित्र २२७—डालमैशियन समुद्र तट

सागर-जल में डूब जाती हैं, तब जो तट-रेखा अस्तित्व में आ जाती है, उसे हम फियोर्ड तट (Fiord Coast) कहते हैं। (चित्र २२६)

(३) पर्वत श्रेणियाँ—एड्रियाटिक सागर के पूर्वी तट पर अनेक लम्बे सकरे पर्वतीय द्वीप विद्यमान हैं। उनके विस्तार की दिशा तट के समानान्तर है। वास्तव में वे उन पर्वत-श्रेणियों की चोटियाँ हैं जो सागर जल में डूब चुकी हैं। इस प्रकार की तट रेखा को डालमैशियन तट रेखा (Dalmation Coast) कहते हैं। चित्र २२७ में डालमैशियन तट प्रदर्शित किया गया है।

(२) उन्मज्जन की तट रेखाये
(Shore Lines of Emergence)

ये तट रेखाये समुद्रान्तर मैदान के ऊपर उठने से बन जाती हैं। ये तट रेखाये सीधी होती ह।



चित्र २२८—उन्मज्जन की तटरेखा

(समुद्रान्तर मैदान के ऊपर उठने से बनी तट रेखा)

इनकी पहचान निम्नलिखित विशेषताओ से होती है —

- (१) ऊपर उठे तथा लहरों से कटे मैदान
- (२) लहरों द्वारा निर्मित उत्तल
- (३) पूर्वकालीन तट के वर्तमानकालीन तट से ऊपर होने के चिह्न
- (४) अभिनवकालीन सागरीय अवसादों की उपस्थिति
- (५) तट रेखा का सीधा होना (इस मापदण्ड को सावधानी से उपयोग में

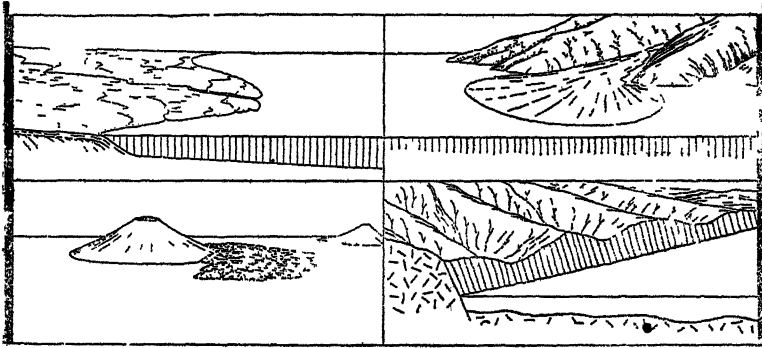
लाना चाहिये, क्योंकि लहरों और धारायों टेढ़े-मेढ़े तट को भी अपनी क्रिया से सीधा कर देने में समर्थ हैं)

(३) उदासीन तट रेखाये
(Neutral Shorelines)

ऐसी तट रेखाओ को जिनमें न तो उन्मज्जन के लक्षण हो और न ही निमज्जन के, हम उदासीन तट रेखाये (Neutral Shorelines) कहते हैं।

क

ख



ग

घ

चित्र २२९—उदासीन तट रेखाये

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| (क) डेल्टा की तट रेखा | (ख) कछारी मैदान की तट रेखा |
| (ग) ज्वालामुखी की तट रेखा | (घ) विभग, भे बनी तट रेखा |

(क) डेल्टा की तट रेखा (ख) कछारी व्यजन की तट रेखा (ग) ज्वालामुखी की तटरेखा

इनके अन्तर्गत—(१) डेल्टा तट (२) कछारी व्यजन का तट (३) उत्क्षालित स्थली का तट (४) ज्वालामुखी का तट (५) प्रवाली रचना का तट. आदि आते हैं।

(४) यौगिक तट रेखायें (Compound Shore lines)

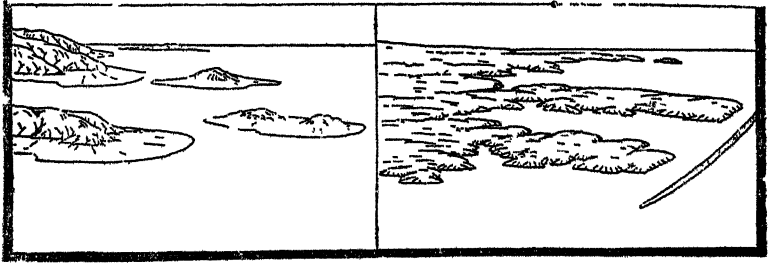
इन तट रेखाओ में उन्मज्जन और निमज्जन दोनों के ही लक्षण पाये जाते हैं।

(क) निमज्जन के उपरान्त उन्मज्जन से बनी तट रेखा

(ख) उन्मज्जन के उपरान्त निमज्जन से बनी तट रेखा

क

ख



चित्र २३०—यौगिक तट रेखाये

(क) निमज्जन के बाद उन्मज्जन (ख) उन्मज्जन के बाद निमज्जन

चित्र २३०(क) में जो तट-रेखा प्रदर्शित की गई है, वह निमज्जन के उपरान्त उन्मज्जन की द्योतक है। चित्र २३० (ख) की तटरेखा उन्मज्जन के उपरान्त निमज्जन को प्रदर्शित करती है।

चौतीसवाँ परिच्छेद

महासागरीय निक्षेप तथा प्रवाली रचनायें

(MARINE DEPOSITS AND CORAL FORMATIONS)

(१) महासागरीय निक्षेप का अर्थ

(क) महासागरीय निक्षेप

‘महासागरीय निक्षेप’ के अन्तर्गत वे सभी पदार्थ आ जाते हैं, जो महासागरी के नितल में एकत्र होते रहते हैं। स्थलखण्डों के अपक्षरण से जो अवसाद प्राप्त होते हैं, उनका अधिकांश भाग अन्ततः महासागरी में ही पहुँचता है। इनके अतिरिक्त महासागरी के नितल पर रहनेवाले तथा उनके जलपृष्ठ पर तैरनेवाले जीवजन्तुओं एवं वनस्पतियों के अवशेष भी महासागर नितल में संचित होते हैं। इस प्रकार, कालान्तर में महासागर नितल पर काफी मोटा निक्षेप स्थापित हो जाता है।

(२) महासागरीय निक्षेपों का वर्गीकरण

महासागरीय निक्षेपों का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है, जैसे स्थिति के अनुसार, उत्पत्ति के अनुसार आदि।

(क) स्थिति के अनुसार वर्गीकरण

इस आधार पर कि महासागर नितल के किस भाग में कौन-सा निक्षेप पाया जाता है, हम महासागरीय निक्षेपों को चार विभागों में बाँट सकते हैं —

(१) समुद्रतटीय निक्षेप (Littoral Deposits)—ये निक्षेप दीर्घ ज्वार के उच्चजल तथा निम्नजल के समतलों के मध्य में पाये जाते हैं।

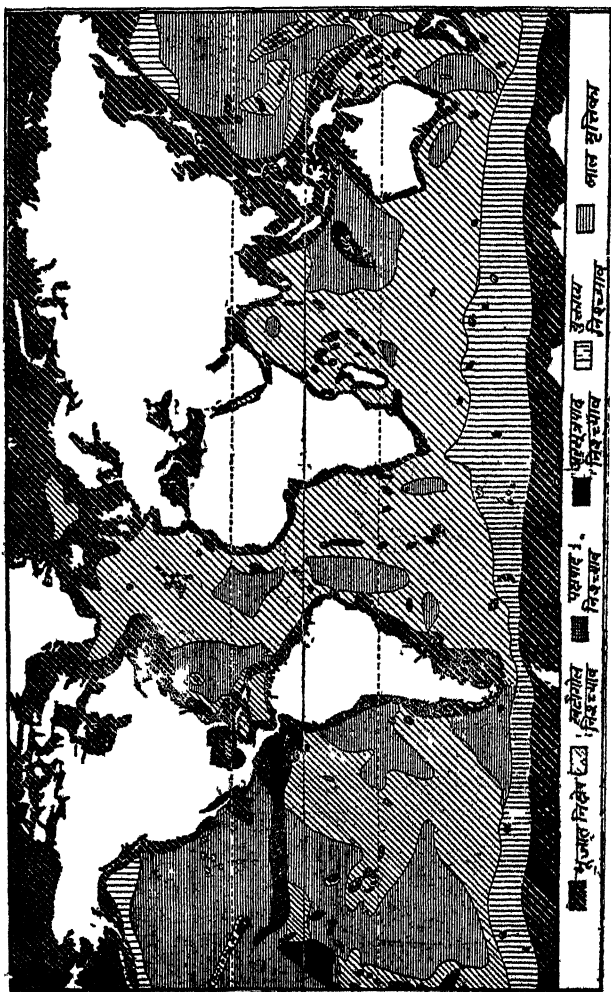
(२) गहव जल के निक्षेप (Shallow Water Deposits)—ये निक्षेप निम्न जल के समतल से लेकर १०० फीट (अर्थात् ६०० फुट) की गहराई तक पाये जाते हैं।

(३) गभीर जल के निक्षेप (Bathyal Deposits)—ये निक्षेप महाद्वीपीय प्रवण (Continental Slope) पर पाये जाते हैं।

(४) अथाह सागरीय निक्षेप (Abyssal Deposits)—ये निक्षेप अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) तथा महासागरीय अथाही (Oceanic Deeps) में पाये जाते हैं।

(ख) उत्पत्ति के अनुसार वर्गीकरण

उत्पत्ति के विचार से महासागरीय निक्षेपों को दो विभागों में बाँटा जा सकता है —



चित्र २३१—महासागरीय निक्षेप

निक्षेप (Terrigenous Deposits)—ये स्थल के अपक्षरण से प्राप्त होते हैं। नदियों द्वारा समर्पित अवसाद इसी कौटि में आते हैं। ये

निक्षेप दूसरे प्रकार के निक्षेप अर्थात् अवयवी निक्षेप की तुलना में अधिक शीघ्रता से स्थापित होते हैं।

(२) अवयवी निक्षेप (Organic Deposits) — ये महासागरीय जीवजन्तु तथा वनस्पति के अवशेषों से बनते हैं। इनका संचयन बहुत धीरे धीरे होता है। उदाहरण के लिये प्रशान्त नितल में २०,००० वर्षों में एक इंच मोटा निक्षेप स्थापित होता है।

अवयवी निक्षेप के पुन दो उपविभाग किये जा सकते हैं —

(क) नैरिटिक निक्षेप (Neritic Deposits) — ये निक्षेप शंख मीन (Shell fish), सागरीय कण्ठमूष (Sea urchins) तथा प्रवाल (Corals) आदि के अवशेषों से बनते हैं। ये समुद्र-तटाय कटिबन्ध एवं गांध जल कटिबन्ध में पाये जाते हैं।

(ख) तलप्लावी निश्च्याव (Pelagic Oozes) — ये तैरने वाले जीव जन्तुओं तथा वनस्पति के अवशेषों से बनते हैं। ये अथाह सागर स्थली तथा महासागरीय अथाहों में पाये जाते हैं।

II (ग) चैलेजर के अनुसार वर्गीकरण

तेइसवे परिच्छेद में ब्रिटिश जलयान चैलेजर के अभियान का उल्लेख हो चुका है। इस अभियान के नेता सर जॉन मरे थे। इस अभियान का एक उद्देश्य महासागरीय निक्षेपों का अध्ययन भी था। फलस्वरूप महासागरीय निक्षेपों के विभिन्न भागों से निक्षेप एकत्र किये गये। इन महासागरीय निक्षेपों का वर्गीकरण मरे तथा रैनाड ने इस प्रकार किया है —

महासागरीय निक्षेप

१ मसुद्रतटीय निक्षेप (Littoral Deposits)	{ ककड अष्टीला बालू पक्क	} १ भूजात निक्षेप (Terrigenous Deposits)
२. गाघ जल के निक्षेप (Shoal water deposits)	{ ककड बालू पक्क चूर्णिय निक्षेप चूर्णिय पक्क ज्वालामुखाय पक्क प्रवाली पक्क	
३ अथाह सागरीय निक्षेप (Deep sea deposits)	{ हरा पक्क नीला पक्क लाल पक्क चूर्णिय निक्षेप फोरामिनिफै रल ऊज ट रोपोड ऊज डारएटम ऊज रेडियोलारियन ऊज महासागरीयलाल मृत्तिका	

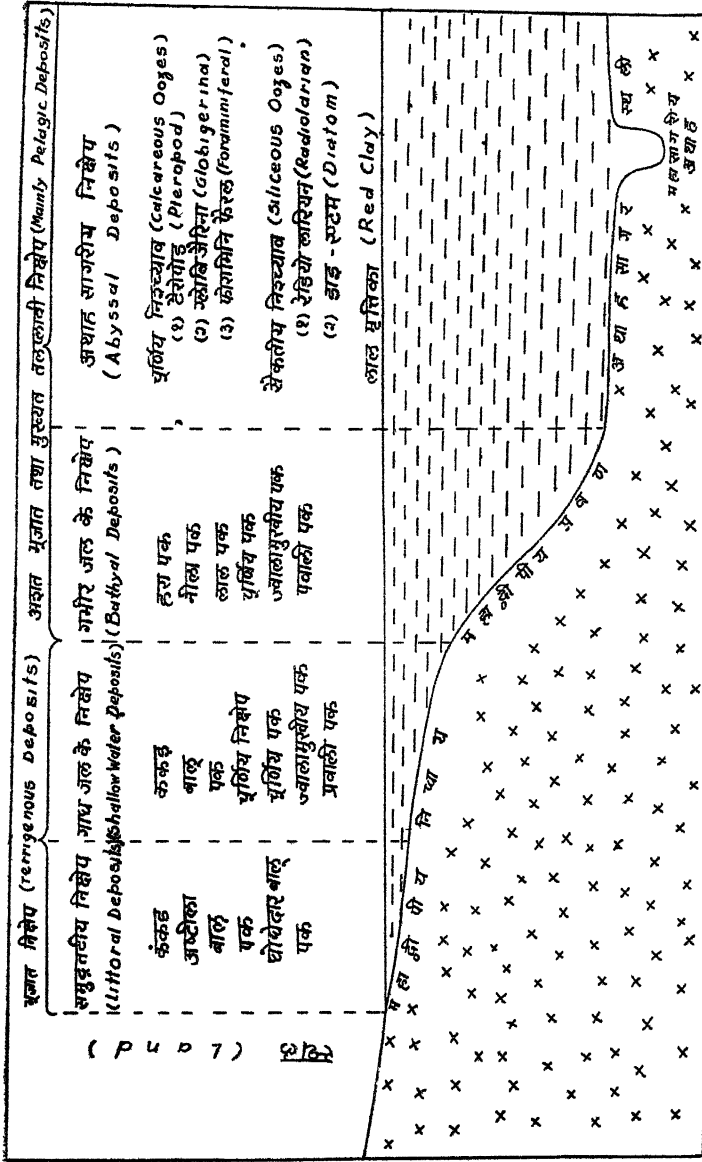
(३) महासागरीय निक्षेप के पदार्थों का संक्षिप्त वर्णन

(क) महाद्वीपीय निधाय तथा महाद्वीपीय प्रवण के निक्षेप

महासागर-नितल के उपर्युक्त विभागों में पाये जाने वाले निक्षेपों में अधिकांशतः नदियों द्वारा लाया गया अवसाद अथवा लहरो द्वारा तट के कटने से प्राप्त पदार्थ होता है। यह पदार्थ आकार के अनुसार स्थापित होता है। बड़े आकार के पदार्थ स्थल की ओर एकत्र होते हैं और सागर की दिशा में निक्षेपित पदार्थ आकार में क्रमशः छोटे होते जाते हैं। यह स्वाभाविक ही है क्योंकि जो पदार्थ जितना स्थूल होगा, वह उतना ही कम परिवाहित हो सकेगा और जो पदार्थ जितना सूक्ष्म होगा वह उतनी ही अधिक दूर तक परिवाहित होगा।

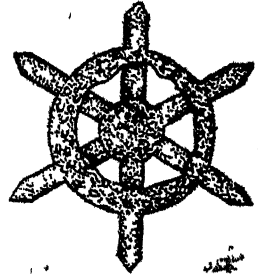
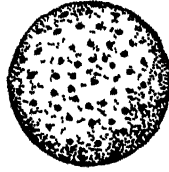
महाद्वीपीय प्रवण में पक्क बहुलता से पाये जाते हैं। बयन (Texture) में ये बालू की अपेक्षा अधिक सूक्ष्म होते हैं। इनका रंग रासायनिक संरचना के अनुसार होता है। उदाहरण के लिये लाल पक्क की लालिमा लोहे के ऑक्साइड के कारण होती है तथा हरे पक्क का हरा रंग लोहे के सिलिकेट (ग्लौकोनाइट) के कारण होता है। सब पक्कों में नीले पक्क का विस्तार सबसे अधिक है।

ज्वालामुखीय प्रदेशों में ज्वालामुखीय रेत तथा पक्क पाये जाते हैं। ये लावा के निक्षेप होते हैं।



• चित्र २३२--स्थिति के अनुसार महासागरीय निक्षेपों का बर्गीकरण

[पृष्ठ २४९ के सामने



चित्र २३५—फोरामिनिफैरल ऊज

चित्र २३६—रेडियोलारियन ऊज

प्रवाली विकास के क्षेत्रों में प्रवाली पक तथा चूर्णिय निक्षेप पाये जाते हैं।

(ख) अथाह सागर स्थली तथा महासागरीय अथाहों के निक्षेप

भूजात पदार्थ महाद्वीपीय प्रवण के आगे नहीं बढ़ पाता। अथाह सागर स्थली और महासागरीय अथाहों में मुख्यतः तलप्लावी निक्षेप पाये जाते हैं। तलप्लावी निक्षेप सागर-समतल पर तर्रनेवाले जीवजन्तुओं तथा वनस्पति के अवशेषों से निर्मित होते हैं। वायु द्वारा परिवहित ज्वालामुखीय धूलि भी इसी के अन्तर्गत है। गहरे सागर के नितल में जीवजन्तु तथा वनस्पति कम मात्रा में पाये जाते हैं, अतएव उनके अवशेष महासागरीय निक्षेप के निर्माण में विशेष योग नहीं देते।

तलप्लावी निक्षेप बाहर निकालने पर तरल पक के रूप का होता है। इसे ऊज (Ooze) अथवा निश्चाय कहते हैं। ऊज सूक्ष्म जीव-जन्तुओं तथा सूक्ष्म वनस्पति के अवशेष से बने हैं। उन्हीं के अनुसार इनका नामकरण भी हुआ है। सरचना की दृष्टि से इनका वर्गीकरण इस प्रकार किया जा सकता है—

ऊज Oozes

चूर्णिय (Calcareous)

(१) टैरोपौड ऊज
(Pteropod Ooze)

(२) ग्लोबिजैरिना ऊज
(Globigerina Ooze)

(३) फोरामिनिफेरल ऊज
(Foraminiferal Ooze)

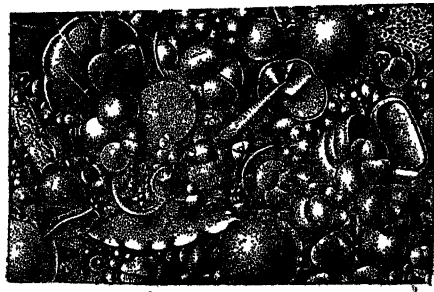
सैकतीय (Siliceous)

(१) डाइ-एटम ऊज
(Diatom Ooze)

(२) रेडियोलारियन ऊज
(Radiolarian Ooze)



चित्र २३३—टैरोपौड ऊज



चित्र २३४—ग्लोबिजैरिना ऊज

अन्ध तथा हिन्द महासागरों के नितल का अधिकांश भाग ग्लोबिजैरिना ऊज से ढका हुआ है। ग्लोबिजैरिना उष्ण तथा शीतोष्ण दोनों प्रदेशों में विकसित होता है अतएव इसका ऊज इन दोनों कटिबन्धों में पाया जाता है। रेडियोलारिया केवल उष्ण जल में पनपता है और डाइ-एटम केवल शीतल जल में। अतएव, रेडियोलारियन ऊज मुख्यतः उष्ण प्रदेशों में तथा डाइएटम ऊज ध्रुवीय प्रदेशों में पाये जाते हैं। ईरोपोड भी उष्ण जल में पनपता है, किन्तु ग्लोबिजैरिना की तुलना में यह सरलता से घुल जाता है अतएव इसका ऊज उतनी गहराई तक नहीं पाया जाता जितनी गहराई तक ग्लोबिजैरिना के ऊज पाये जाते हैं। उष्ण जल में रेडियोलारिया की तुलना में फोरामिनिफर अधिक मात्रा में पाये जाते हैं, किन्तु गहरे जल में इनके कर्पर घुल जाते हैं जिससे वहाँ रेडियोलारिया का अनुपात बढ़ जाता है।

तलप्लावी निक्षेपों में लालमृत्तिका का विस्तार सबसे अधिक है। प्रशान्त महासागर का आधे से अधिक भाग यह ढके हुए है। हिन्द तथा अन्ध महासागरों के भी विस्तृत भाग इससे आच्छादित हैं। यह पतला निक्षेप है। यह ज्वालामुखीय उद्भव की है। यह वायु द्वारा धूलि के रूप में अथवा लहरों द्वारा ज्ञामक (Pumice) के रूप में समुद्र में परिविहित होता है। इसका निक्षेपण अत्यन्त मन्द वेग से होता है। संरचना की दृष्टि से यह यथार्थ मृत्तिका है और मुख्यतः अत्युमीनियम के हाइड्रेटेड सिलिकेट से निर्मित है। इसका लाल रंग लोहे के ऑक्साइड के कारण है।

(१) प्रवाल (Coral)

प्रवाली पुर्वगक (Coral Polyp) महासागरों में रहनेवाला एक जीव है। यह सागर-जल से कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate) खींचता है। फिर उससे अपने कोमल शरीर को सँभालने के लिये कठोरी बनाता है।

इन प्रवाली जीवों की संख्या इतने वेग से बढ़ती है कि थोड़े ही काल में वे वृहद् शंखलाओं का रूप ग्रहण कर लेते हैं।

(२) प्रवाली विकास के लिये अनुकूल दशायें

इनमें प्रमुख ये हैं:—

(१) अलवण जल प्रवाली विकास के लिये अनुकूल नहीं है, अतएव प्रवाली-रचनायें ऐसे तटों पर कम पाई जाती हैं, जहाँ नदियाँ सागर को अनुलित अलवण जल समाप्त करती हैं।

(२) खारे अथवा लवणमय होने के अतिरिक्त जल का निर्मल (अर्थात् बालू और पंक से मुक्त) होना भी प्रवाली—विकास के लिये आवश्यक है।

(३) जल का तापक्रम ७०° फ० से कम न होना चाहिए।

(४) प्रवाल १२० फुट से अधिक गहराई में नहीं पाये जाते।

(५) उष्ण धारायें प्रवाली विकास में सहायक होती हैं।

(३) प्रवाली रचनाओं का वितरण

प्रवाली रचनायें महाद्वीपों के पूर्वी-तट पर ३०° उ० और ३०° द० अक्षांशों के मध्य में पाई जाती हैं। व्यापारिक वायु (Trade Wind) अमरीका, अफ्रीका और आस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट का तापक्रम घटा देती है, (स्पष्टीकरण के लिये कृपया

‘सागर का तापक्रम’ शीर्षक परिच्छेद देखिये) अतएव इन स्थानों में प्रवाली श्रृंखलायें नगण्य हैं। प्रवाली श्रृंखलाओं में सबसे अधिक महत्वपूर्ण आस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर स्थित बृहत् परातट प्रवाली (Great barrier reef) है।

(४) प्रवाली रचनाओं का वर्गीकरण

प्रवाली रचनायें मुख्यतः तीन प्रकार की हैं —

(१) अनुतट प्रवाली (Fringing reef)—ये द्वीपों और महाद्वीपों के तटों पर पाई जाती हैं। इनका धरातल असम होता है और इनका तल प्रायः



चित्र २३७—अनुतट प्रवाली

निम्न-जल-चिन्ह के निकट रहता है। कहीं कहीं प्रवाली श्रृंखला और तट के मध्य में लघु और उथला जलाशय होता है, किन्तु सदैव नहीं। अण्डमान द्वीप में ऐसी ही एक अनुतट-प्रवाली है।

(२) परातट-प्रवाली (Barrier Reef)—यह अत्यन्त विस्तृत प्रवाली श्रृंखला है जिसका जल में काफी गहराई तक विस्तार होता है। इसके और तट

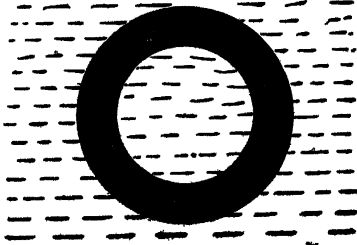


चित्र २३८—परातट-प्रवाली

के मध्य में एक चौड़ और गहरा जलाशय (Lagoon) अनिवार्य रूप से रहता है।

इसका सर्वोत्कृष्ट उदाहरण आस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर स्थित बृहत्-परातट-प्रवाली (Great Barrier Reef) है।

(३) अटोल (Atoll)—जब प्रवाली रचना वलय (Ring) की आकृति की होती है और उसके मध्य में जलमय उफहद होता है, तो उसे हम अटोल कहते हैं। प्रशान्त महासागर में अटोलों का बाहुल्य है।



चित्र २३९—अटोल

६ अटोलों की संरचना

कृपया सत्तावनवाँ परिच्छेद देखिये।

७ प्रवाली द्वीप

प्रवाल-विकास के लिये अनुकूल दशाओ का उल्लेख पूर्व में हो चुका है। प्रवाली द्वीप अधिक ऊँचे नहीं होते। बहुधा वे सागर समतल से कुछ ही फुट ऊपर उठे रहते हैं। कालान्तर में चूर्ण प्रस्तर का पृष्ठ ऋतुक्षरण से भूमि में परिणत हो जाता है। तब उसमें पेड़-पौधे उगते हैं। ऐसा अनुमान किया जाता है कि इन द्वीपों में वनस्पति के बीज चिड़ियाँ ले आती हैं। इन द्वीपों के प्रमुख वृक्ष नारियल और ताल (Palm) हैं। लकादीव एवं मालदीव इसके उदाहरण हैं।

पैतीसवाँ परिच्छेद

महासागरीय जीव एवं वनस्पति

(क) महासागरीय जीव

प्रकाश एव अश्व स्तर (Substratum) का विचार करते हुए हम महासागरो में रहने वाले जीवों को निम्नांकित तीन मुख्य विभागों में बाँट सकते हैं—

(१) वेला-प्रदेशीय (Littoral)—इस विभाग के अन्तर्गत वे जीव आते हैं, जिन्हें प्रकाश एव अश्व स्तर दोनों उपलब्ध हैं।

(२) तलप्लावी (Pelagic)—इस विभाग के जीव प्रकाश चाहते हैं, अश्व-स्तर नहीं।

(३) अथाह सगरीय (Abyssal)—इस विभाग के जीव अश्व स्तर चाहते हैं, प्रकाश नहीं।

(१) वेला प्रदेशीय जीव

(क) वेला-प्रदेश का विस्तार

वेला-प्रदेश का विस्तार स्थल के तट से लेकर महाद्वीपीय—निधाय (Continental Shelf) के अन्त तक है अर्थात् यह लगभग ६०० फुट की गहराई तक फैला हुआ है। इसके नीचे प्रवण (Slope) एकदम प्रपाती (Steep) है और वहाँ वेला प्रदेशीय जीवों के स्थान पर तलप्लावी (Pelagic) जीव पाये जाते हैं।

(ख) वेला प्रदेश में भोजन की प्राप्ति

भोजन अथवा आहार की दृष्टि से वेला प्रदेश अत्यन्त महत्वपूर्ण है। इसमें पाये जाने वाले आहार के तीन साधन हैं—(१) स्थलक्षेप्य (Waste of land) (२) तटीय शिलाओं की बद्ध आयका (Fixed algae) तथा (३) सूक्ष्म प्लावी आप्यका (Minute Floating algae) अथवा उद्भिद मन्द प्लवक (Phytoplankton)

नदी-मुख पर एकत्र पक से आहार ग्रहण करने वाले जीवों की सख्या से ही स्थल-क्षेप्य की महत्ता का अनुमान किया जा सकता है। यदि जल निर्मल होता है, तो उसमें शम्बुक (Mussels) तथा शुकित (Oysters) जैसे शख जीव (Shell Fish) कठिनन (Crustacea) एव अन्य सामुद्रिक जीव, जो मछलियों को आहार प्रदान करते हैं, बहुत पाये जाते हैं। स्थल-क्षेप्य का विस्तार सागर में अधिक गहराई तक नहीं होता। अतएव, तलप्लावी (Pelagic) एव अथाह सागरीय (Abyssal) जीव इससे लाभ नहीं उठा सकते। बद्ध आप्यका (Fixed algae) की उत्पत्ति केवल ऐसे स्थानों में सम्भव है, जहाँ उसे आसञ्जन के लिये दृढ़ धरातल मिल सके और जहाँ तीव्र सूर्य-प्रकाश भी पहुँच सके। अतएव ये केवल स्थल-तटों तक ही सीमित हैं, जहाँ ये बहुमूल्य प्राशन भूमि (Feeding ground) की सृष्टि करती हैं। लघु-ज्वार चिन्ह के ठीक नीचे के प्रदेश को कपिशाप्यक प्रदेश (Laminarian)

Zone) कहते हैं। यह कठिनन (Crustacea) चूर्णप्रावारा (Mollusca) प्रवालादय (Coelenterate) जैसे लघु जीवों के लिये सदैव से प्रसिद्ध रहा है। उच्च ज्वार के समय यह प्रदेश काफी गहराई तक जल से ढक जाता है, जिससे यहाँ विशालकाय मछलियाँ आ जाती हैं और इस प्रकार मछुओं के लिये यह प्रदेश बहुमूल्य हो जाता है। तटीय जल में सूक्ष्म आप्यका बहुत पाई जाती है। यद्यपि इनकी प्रकृति, गुण एवं लक्षणों का अध स्तर की उपस्थिति से कोई प्रत्यक्ष सम्बन्ध नहीं है, तथापि अप्रत्यक्ष रूप से सागर-नितल तथा स्थल-क्षेप्य इन्हे प्रभावित करते हैं। तटीय जल में युक्तायका (Diatom) का विशेष बाहुल्य है। वास्तव में, यहाँ पर विवृत सागर से भी अधिक इनकी जातियाँ पाई जाती हैं।

(ग) वेला प्रदेश की प्राकृतिक विशेषतायें

वेला-प्रदेश में जल सदैव गतिवान रहता है। धारायें और ज्वार-भाटा उसे गति प्रदान करते हैं, उसे मीठा बनाये रखते हैं तथा उसे सतत रूप से भोजन और ऑक्सीजन प्रदान करते हैं। यही कारण है कि विवृत सागरों (Open seas) के तट पर बहुमूल्य जीव-जन्तु पाये जाते हैं, और समावृत सागरों (Enclosed Seas) और झीलों के तट पर नहीं। यद्यपि तटीय जीवों में अनेक तैरने में कुशल होते हैं, जो सकटकाल में तैरकर अपनी रक्षा कर सकते हैं, तथापि अनेक तटीय मछलियाँ जैसे ह्वल (Whale) एवं शिशुमार (Dolphin) जीवन-रक्षा के प्रयास में असफल होती हैं और किनारों पर मृतावस्था में पाई जाती हैं। दूसरी ओर बेचारे निर्बल जीव तब तक नितल से चिपके रहते हैं, जब तक सकट-काल समाप्त नहीं हो जाता।

तटीय जीवों को एक अन्य सकट से भी अपनी रक्षा करनी पड़ती है। वह है—सागर-जल के तापक्रम एवं लवणता में अविरल परिवर्तन। उष्णप्रदेशीय सागरों (Tropical Seas) में तापक्रम का गोचर (Range) कम अर्थात् लगभग १०° फ० होता है और औसत तापक्रम अधिक अर्थात् लगभग ८०° फ० होता है। ध्रुवीय सागरों में तापक्रम का गोचर कम है और औसत तापक्रम भी कम ही है अर्थात् लगभग २८° फ० है। शीतोष्ण प्रदेशों (Temperate Regions) में तापक्रम का गोचर अधिक है और औसत तापक्रम न बहुत अधिक ही है और न बहुत कम। जल का आपेक्षिक ताप (Specific Heat) अधिक होने के कारण सागर के किसी भी भाग के तापक्रम-गोचर की तुलना स्थल के साथ नहीं की जा सकती। बहुत से स्थलीय जीवों के शरीर में जैसे उष्ण रक्त वालों में ताप नियंत्रण (Heat regulating) की व्यवस्था रहती है, जिससे वे तापक्रम के विभेदन के अनुसार अपने को समायोजित कर लेते हैं। यद्यपि सागर के जीवों में यह गुण नहीं है, तथापि ह्वल आदि में जिनके पूर्वज स्थल-निवासी थे, यह विशेषता है। इस भाँति तापक्रमान्तर सहने की क्षमता के अनुसार हम सागरीय जीवों को दो प्रमुख विभागों में बाँट सकते हैं—

(१) महातापान्तर जीवी (Eutherml)—जो तापक्रम के महान अन्तरों को सह सकते हैं।

(२) अल्प-तापान्तर जीवी (Steno-thermal)—जिनके लिये तापक्रम के महान अन्तर प्राणघातक हैं।

सामान्यतः यह कहा जा सकता है, कि शीतोष्ण प्रदेश के वेलाप्रदेशीय जीव महातापान्तर जीवी हैं और उष्ण प्रदेशीय तथा ध्रुवीय सागरों के जीव अल्पतापान्तर जीवी हैं। लवणता के अन्तर से भी इस प्रकार निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं।

प्रत्येक सागरीय जीव के क्रिया-कलाप के क्षेत्र भी भिन्न हैं। डा० जोर्ट (Hjort) का कथन है, कि उत्तरी सागर और नौरवे सागर में पाई जानेवाली कोड (Cod) मछली की सत्रह जातियों में से प्रत्येक अपने अनुकूल गहराई, तापक्रम और लवणता के अनुसार पृथक अण्डजनन क्षेत्र (Spawning ground) चुनती है।

(घ) वेला प्रदेशीय जीव

वेला-प्रदेश में जीवों की निम्नांकित जातियाँ पाई जाती हैं --

(१) वेला-पक्षी (Littoral Birds) जैसे उड़ न सकने वाली पेनगुइन (Flightless penguins), समुद्रचिल्ली (Sea gulls) आदि।

(२) सरीसृपा (Reptiles) — जैसे चर्म-कश्यप (Leathery turtle), हरित कश्यप (Green turtle), सामुद्रिक सर्प (Sea Snake), सामुद्रिक गोधिका (Sea lizard) आदि।

(३) स्तनिय (Mammals) जैसे ह्वेल, सील, सामुद्रिक गौ (Sea Com) आदि।

(४) मीन (Fish) जैसे सागरीय अश्व (Sea horse)

(५) उदरपादा (Gastropod) जैसे पुटिक प्रजाति (Mya)

(६) वलयिन (Annelid) जैसे सागरीय मूस (Sea mouse)

(७) कठिनन (Crustacea) जैसे अरिन्नपाद (Copepod)

(८) शल्यपृष्ठा (Echinodermata) जैसे शल्यतारक (Star fish)

(९) प्रवालादय (Coelentera)

(१०) छिद्रिष्ठाति (Sponges) आदि आदि।

(२) तलप्लावी जीव

(ड) तलप्लावी प्रदेश की प्रकृतिक विशेषतायें

इस प्रदेश के जीवों को यद्यपि अध स्तर प्राप्त नहीं है, तथापि उन्हें सूर्यप्रकाश मिलता है। जहाँ तक जल की गति का सम्बन्ध है ज्वारभाटा यहाँ महत्वहीन है। इसके विपरीत धाराओं की यहाँ विशेष महत्ता है। ऐसे क्षेत्र जहाँ उष्ण एव शीतल धारायें मिलती हैं, तलप्लावी जीवों के लिये बहुत खतरनाक और प्राणघातक हैं। अल्प-तापान्तर जीव तो तापक्रम में आकस्मिक परिवर्तन होते ही मर जाते हैं। सागर-जल को दो स्तरों में बाँटा जा सकता है—ऊपरी स्तर का जल उष्ण और हल्का होता है तथा निचले स्तर का जल अपेक्षाकृत शीतल और भारी। सागर के कोमलागी जीव इन दोनों विभागों को पृथक् करने वाले सन्धि-स्तर (Junction Layer) को पार नहीं कर पाते। डा० जोर्ट (Hjort) ने इस सन्धि-स्तर को जहाँ जीवित और मृत प्लवक एकत्र होते रहते हैं, कूट-नितल (False Bottom) की संज्ञा दी है। जीव-जन्तुओं की संख्या की दृष्टि से यह महत्वपूर्ण है।

वहाँ तक जल के तापक्रम का सम्बन्ध है, जो कुछ वेला-प्रदेश के विषय में कहा गया, वह तलप्लावन प्रदेश में भी घटित होता है। हाँ, इतना अवश्य है, कि १००० फ़ीट के नीचे तापक्रम प्रायः स्थिर है।

जहाँ तक प्रकाश का सम्बन्ध है, प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध हो चुका है, कि जल में ५० फ़ीट की गहराई तक प्रायः प्रत्येक प्रकार की रश्मियाँ प्रविष्ट हो जाती हैं।

३०० फ़ैदम की गहराई पर लाल और हरी रश्मियों का लोप हो जाता है, किन्तु नीली और बैंगनी रश्मियाँ रहती हैं। १०० फ़ैदम के उपरांत अन्धकार है।

उपर्युक्त कथन मध्य-अक्षांशों के लिये है। अन्य प्रदेशों में सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण के अनुसार अन्तर पाये जाते हैं।

तलप्लावी जीवों का मुख्य आहार उद्भिद-प्लवक (Phyto plankton) है, जो जलमूँठ पर तैरनेवाली सूक्ष्म आप्यकाः है। जल में ५० फ़ैदम की गहराई तक ये बहुलता से पाई जाती हैं।

(ख) तलप्लावी जीवों का वर्गीकरण

वितरण के विचार से तलप्लावी जीवों को तीन विभागों में बाँटा जा सकता है :—

१ पृष्ठ के जीव (Surface forms) — ऊपर के १०० फ़ैदम जल में ये बहुत पाये जाते हैं। इनमें प्लवक (Plankton) एवं तलप्लावी डिम्ब (Pelagic Larva) प्रमुख हैं।

२ मध्य तल प्लावी (Meso pelagic) अथवा मध्यान्तर के जीव—ये प्रकाश की निम्नतम सीमा जो अक्षांश के अनुसार बदलती रहती है के निकट पाये जाते हैं। रजत मीन (Silvery fish) आदि इसी विभाग के अन्तर्गत हैं।

३ गम्भीर तल प्लावी जीव (Bathy pelagic forms) — ये प्रकाश-सीमा के नीचे पाये जाते हैं, यद्यपि सागर-नितल पर ये अनुपस्थित हैं। इनके उदाहरण दीप्तरक्त चिगट (Bright red prawn), कृष्ण मीन (Black fish) आदि हैं।

पृष्ठ के जीव मणिम सदृश उज्ज्वल, नीले अथवा हल्के बैंगनी वर्ण के होते हैं। ऐसे प्रदेशों के जीव जहाँ केवल नीली अथवा बैंगनी रश्मियाँ पहुँचती हैं, रजत वर्ण के हैं। अधिक नीचे रहनेवाले जीव लाल अथवा काले हैं।

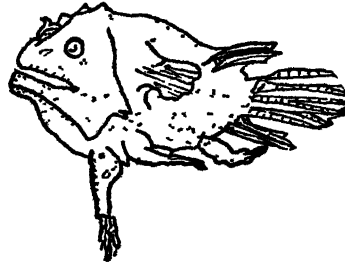
(३) अथाह सागरीय जीव

अथाह सागर में एक ऐसी विशेषता पाई जाती है, जो अन्य भागों में नहीं पाई जाती। वह यह है—कि यहाँ का जल स्थायी रूप से शांत रहता है। यह प्रदेश छिद्रिष्ठाति (Sponge) के विकास के लिये अत्यन्त अनुकूल है, अतएव यहाँ पर उनका बाहुल्य है। अधःस्तर (Substratum) पर ये अवद्वरूप से पड़े रहते हैं। इन जीवों के ऊपर जल का मीलों ऊँचा स्तर रहने से दबाव भी बहुत रहता है। यद्यपि इस प्रदेश में पेड़-पौधे नहीं हैं, तो भी ऑक्सीजन का प्राचुर्य है। इसका कारण विवृत महासागरों में होने वाला जल का परिवहन (Circulation) है। इसके विपरीत समावृत सागरों में ऑक्सीजन का अभाव है। उदाहरण के लिये काले सागर (Black Sea) में इतनी गहराई पर हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) को अधिकता और ऑक्सीजन की न्यूनता के कारण जीवजन्तु नहीं पाये जाते। भूमध्यसागर की दशा इतनी परम (Extreme) नहीं है, तो भी इतनी गहराई में जीवों का वहाँ भी अभाव है। प्रकाश तो यहाँ तक पहुँचता नहीं, जल भी स्थायी रूप से शीतल है, ऐसी दशा में जो जीवजन्तु ऊपरी प्रदेशों से मृत्यु प्राप्त कर नीचे गिर जाते हैं वहाँ यहाँ भोजन के मुख्य साधन हैं। इस प्रदेश के बहुत से जीव पंक-भक्षी हैं। सागर-नितल में रहनेवाले जीवों की संख्या विवादास्पद विषय है। इस सम्बन्ध में अभी तक कोई सन्तोषप्रद निर्णय नहीं हो सका है। यह निर्विवाद है, कि इस प्रदेश में अपठवंशी

(Invertebrate) जीव बहुत पाये जाते हैं, विशेषकर खटीगोल निश्चयाब (Globigerina Ooze) से ढके क्षेत्रों में। इन अपृष्ठवशी जीवों में छिद्रिष्ठाति (Sponge) और शल्यपृष्ठा (Echinoderms) प्रमुख हैं। कठिनन (Crustacea) प्रजाति में चूर्णप्रावारा (Molluscs) एव ककट (Crabs) कम पाये जाते हैं। छिद्रिष्ठाति में सैकतीय रूप (Siliceous forms) अधिक पाये जाते हैं, चूर्णिय (Carcareous) कम। शल्यपृष्ठा (Echinoderms) की प्राय सभी जातियाँ पाई जाती हैं। सागरीय कठमूषो (Sea urchins) में अनियमित आकृति के जीव बहुत पाये जाते हैं विशेषकर निखतक (Fossil) के रूप में। लाल रंग की चिकनी मिट्टी (Red Clay) के प्रदेश में वलयिन (Annelids) बहुत पाई जाती हैं। विस्तृत क्षेत्र में समान दशाये विद्यमान होने के कारण अथाह सागरीय जीवों का क्षेत्र अत्यन्त व्यापक है। यहाँ के जीव बहुत कुछ ध्रुवीय जीवों से मिलते जुलते हैं क्योंकि दोनों के तापक्रम में साम्य है।



क—सागरीय अश्व



ख—अथाह सागर की मछली



ग—घूर्णकशा (Dinoflagellates)



घ—छिद्रिष्ठाति (Sponge)



ङ—शुक्ति (Oyster)

चित्र २४०—महासागरीय जीव एव वनस्पति

इसके विकास के लिए जल का लवणमय एव शीतल होना आवश्यक है, अतएव उच्च-अक्षांशों के समुद्र तट में ही यह पाई जाती है।

(घ) रक्त आप्यका

रंग की दृष्टि से सागरीय आप्यकाओं में यह सबसे अधिक सुन्दर और आकर्षक है। इसका भौगोलिक विस्तार बहुत है, किन्तु शीतोष्ण सागरो में यह प्रचुरता से पाई जाती है। इसके लम्बवत् वितरण के अध्ययन से ज्ञात होता है कि इसके विकास के लिए अवमन्दित प्रकाश (Subdued light) आवश्यक है।

(ङ) पीतहरि आप्यका

पूर्वोक्त आप्यकाओं के असमान इस श्रेणी के पादप मुख्यतः प्लावी हैं। प्रमुख जातियों में अधिक महत्वपूर्ण ये हैं —

(१) युक्ताप्यति (Diatom)—यह सामान्यतः बेलाप्रदेश के नितल में पाई जाती है।

(२) घूर्णकशा (Dinoflagellata)—यह प्रायः सभी सागरो में पाई जाती है, किन्तु इसका सर्वाधिक विकास उष्णजल ही में पाया जाता है। चित्र २४० में इसे प्रदर्शित किया गया है।

(२) महासागरों के उच्चर पादप अथवा बीजोद्भिद

यद्यपि महासागरो में पादप-जगत की दो प्रसृतियों अर्थात् हरितोद्भिद (Bryophyta) और पर्णादादिका (Pteridophyta) का अभाव है, तथापि सर्वोच्च पादप बीजोद्भिद (Spermatophyta) के पुष्पी पादपो [संवृतबीज (Angiosperms)] की तीस जातियाँ पाई जाती हैं।

छत्तीसवाँ परिच्छेद

महासागरों का मानवीय एवं आर्थिक महत्व

जब हम यह अनुभव करते हैं कि हमारी सभी मुख्य और अधिकांश गौण आवश्यकताओं की पूर्ति स्थल करता है, तब ऐसा लगता है, कि भूपृष्ठ का तीन-चौथाई भाग जलाच्छादित होने से व्यर्थ चला गया। काश महासागरों के स्थान पर स्थल होता तो जनसंख्या की वृद्धि की समस्या स्वतः हल हो जाती।

गर्भर विचार करने पर हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं, कि उपर्युक्त धारणा भ्रामक है और महासागर मनुष्य के लिए उतने ही आवश्यक एवं लाभदायक हैं, जितना कि स्थल है। निम्नांकित दस दिशाओं में वे मानवता के लिए अत्यन्त कल्याणकारी हैं -

- (१) वर्षा के दाता
- (२) तापक्रम के यामक
- (३) स्वास्थ्य की दृष्टि से
- (४) खनिजों के भंडार
- (५) मछलियों के आगार
- (६) तृणक एवं प्लवक के कोष
- (७) अवरोधक के रूप में
- (८) व्यापार के विचार से
- (९) जलविद्युत के अपरिमित भंडार
- (१०) प्रवाल, छिद्रिष्ठ, मूगा-मोती, तेल एवं उपसृष्ट पदार्थों के उत्पादक।

(१) वर्षा के दाता

वर्षा पर ही हमारा जीवन निर्भर है और वर्षा का जल महासागर प्रदान करते हैं। विशालकाय महाद्वीपों के मध्यभाग में जो वर्षा होती है, उसके लिए भी अनिवार्य जलवाष्प दूरस्थित महासागर ही प्रदान करते हैं। वर्षा के विचार से स्थल के जलाशयों में होने वाला वाष्पीकरण उपेक्षणीय है। इसका अनुमान इसी से लगाया जा सकता है कि यदि पृथ्वी की समस्त नदियों, तालाबों और झीलों को सुखा दिया जावे, तो उससे जो वर्षा होगी वह पृथ्वी की औसत वार्षिक वर्षा का केवल पन्द्रहवाँ भाग होगी।

(२) तापक्रम के यामक

तापक्रम के यामक के रूप में महासागरों का विशेष महत्व है। वे स्थल को केवल आर्द्रता ही नहीं प्रदान करते वरन् उसे अति उष्ण और अति शीतल होने से भी बचाते हैं। स्थल की अपेक्षा जल का आपेक्षिक ताप अधिक है, जिससे वह उष्ण भी अपेक्षाकृत देर से होता है और शीतल भी। फिर जल के सहज चलिष्णु (Mobile) होने के कारण उसमें धाराएँ शीघ्र उत्पन्न हो जाती हैं। ये धाराएँ उष्ण कटिबंध

के उष्ण जल को शीतल कटिबन्ध में बहा ले जाती है और शीतल कटिबन्ध के शीतल जल को उष्ण कटिबन्ध में बहा ले आती है। उपर्युक्त दोनों कारणों से अर्थात् स्थल की अपेक्षा आपेक्षिक ताप अधिक होने से और चलिष्णु होने से—महासागर गर्भियों में स्थल की अपेक्षा 5 डे रहते हैं और जाडों में गरम। फल यह होता है कि, महासागरो से आने वाली हवायें स्थल के तापक्रम को समशीतोष्ण (Moderate) बनाने में सहायक होती हैं। निम्नांकित तालिका से यह प्रभाव स्पष्ट होगा—

	जुलाई तापक्रम	जनवरी तापक्रम
बम्बई	८३° फ०	७४° फ०
लाहौर	९५° फ०	५४° फ०

(३) स्वास्थ्य की दृष्टि से

स्वास्थ्य के विचार से महासागर पाँच दिशाओं में सहायक होता है —

- १ वह तापक्रम की अति को रोकता है।
- २ वह शुष्कता की अति को रोकता है।
- ३ उसके कारण लघु कालान्तर पर तापक्रम में परिवर्तन होते रहते हैं।
- ४ समुद्रतट की नैसर्गिक सुषमा मनुष्य को नहाने, तैरने, सैर-सपाटे करने, नाव पर जल विहार करने और विभिन्न स्वास्थ्यप्रद क्रीडाओं में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित करती है।

५ महासागर आश्चर्यजनक शोधक (Purifier) है। स्थल से आने वाली समस्त अशुद्धियों (Impurities) का महासागरो में शोध हो जाता है।

महासागर के ये लाभदायक प्रभाव तटीय क्षेत्र तक ही सीमित है। उपर्युक्त दिशाओं में से प्रथम तीन सागरीय वायु के कारण हैं, जिसका विवेचन ऊपर हो चुका है। सागरीय समीर तटीय प्रदेश को समशीतोष्ण बनाये रखती है, जिससे वहाँ के निवासी आन्तरिक भागों की अपेक्षा अधिक कार्यक्षम होते हैं। इसके अतिरिक्त सागरीय समीर मच्छर आदि स्वास्थ्य को हानि पहुँचाने वाले कीटाणुओं को भगाने में सहायक होती है। यही कारण है, कि विषुवतीय अफ्रीका के तटीय प्रदेशों के निवासी अपनी उच्चस्थित झोपड़ियाँ इस प्रकार बनाते हैं कि वे दोपहर में समुद्र से चलनेवाली स्वास्थ्यप्रद समीर से पूर्ण लाभ उठा सकें।

महासागर का एक अन्य महत्वपूर्ण कार्य मलप्रवाह का अपवहन है। मल-प्रवाह की ऐसी व्यवस्था करना कि वह स्वास्थ्य के लिये हानिकारक सिद्ध न हो— आज एक जटिल एवं ध्ययजनित समस्या है। सामान्यतः निकट के जलाशयों में मल प्रवाहित कर दिया जाता है। इस प्रकार जलाशय दूषित हो जाता है और स्वास्थ्य के लिये हानिकारक सिद्ध होता है। ऐसे सागरतट जहाँ प्रबल ज्वारभाटा होता हो, मलप्रवाह के लिये अत्यन्त अनुकूल है।

(४) खनिजों के भण्डार

सागरजल की ३५ प्रतिशत भाग (भार में) ऐसे ठोस पदार्थों द्वारा रचित है, जो उसमें घोल ब रूप में विद्यमान है। नदियाँ अपने जल के साथ घोल के रूप

मे अनेक खनिजो को सागर मे निरतर समर्पित करती रहती है। वाष्पीकरण द्वारा धोल का जल तो भाप बन जाता है, किंतु खनिज सागर मे एकत्र होते रहते है। इस प्रकार कालांतर मे समुद्र मे अनेक लवण, चूर्ण एव रासायनिक यौगिक एकत्र हो गये है। यहाँ तक कि सोना चाँदी भी उसमे विद्यमान है, किंतु वे इतनी न्यून मात्रा मे है, कि उनका विदोहन (Exploitation) आर्थिक दृष्टि से सफल नहीं हो सकता। विशेषज्ञो का कथन है कि अन्धमहासागर के एक वर्गमील विस्तृत और ७६ फुट गहरे जलमे १४,७७३,००० पौंड के मूल्य के रासायनिक पदार्थ विद्यमान है, जिनमे १२००० पौंड का केवल सोना-चाँदी होगा। इस मूल्य मे अलवण जल और उसमें घुली हुई गैसो का विचार नहीं किया गया है, अन्यथा इसमे विद्यमान कार्बन-डाइ ऑक्साइड से ही लाखो आइस-क्रीम तैयार किये जा सकते है। यह भी आगणन किया गया है, कि महासागरो मे लगभग २०००० टन रेडियम विद्यमान है। ट्रावनकोर के समुद्रतट की रेत मे थोरियम और मोनाजाइट नामक तेजोद्गार खनिज (Radio-active minerals) पाये जाते है।

(५) मछलियों के आगार

युगो से मनुष्य के आहार में मछलियो का महत्वपूर्ण भाग रहा है। आज भी अनेक राष्ट्रो के भोजन में इनका विशेष स्थान है। आस्ट्रेलिया की वाणिज्य एव कृषि विभाग की एक विज्ञप्ति के अनुसार बहुत से सुअर और मुर्गियो के बच्चो को ह्वेल का मास खिलाया गया, जिसका प्रभाव उनके स्वास्थ्य पर बहुत अच्छा पडा। वे आशा से अधिक तगडे हो गये। विगत महायुद्ध के दिनों मे जर्मनी के नाज़ी नेताओ ने स्वयं ह्वेल के आमिष का आहार किया था और उसकी भूरि-भूरि प्रशंसा की थी।

६ तृणक एवं प्लवक के कोष

(क) तृणक

सागरीय तृणक का निम्नलिखित दिशाओ मे उपयोग होता है —

(१) खाद के रूप मे—इसकी महत्ता सर्वविदित है।

(२) रासायनिक पदार्थों के उत्पादन के लिये—जैसे कपिलाप्यक (Kelp) से आयडीन का निर्माण।

(३) जानवरो और मछलियो के आहार के रूप मे—सन् १९१४-१८ वाले महायुद्ध मे फ्रास मे खाद्यान्न के अभाव मे घोडो, को तृणक दिया गया। इस प्रयोग से यह निष्कर्ष निकला कि तृणक-भक्षक अश्व अन्य घोडो से अधिक स्वस्थ थे।

(४) मानव भोजन एव औषधि के रूप मे—जापान के निवासी अपने नित्य के भोजन मे तृणक का उपयोग करते है। गत महायुद्ध के पहले आस्ट्रेलिया की सरकार ने मनुष्य और जानवरो के आहार की दृष्टि से ५०० प्रकार की सागरीय तृणको की परीक्षा का आयोजन किया था। उसकी रिपोर्ट अत्यन्त अनुकूल रही। कुछ वर्ष पूर्व स्व० लॉयड जार्ज ने वेल्स की कन्याओ द्वारा बनाई गई तृणक की रोटियो की बड़ी प्रशंसा की थी।

औषधि के रूप मे भी तृणक बहुमूल्य है। उदाहरण के लिये आयरलैंड मे छाती के दर्द के लिये इनका प्रयोग बहुत होता है। डाक्टरों का कथन है कि इनके जल मे स्नान करना भी स्वास्थ्यप्रद है।

(५) तृणको के अन्य बहुत से उपयोग हैं। इनसे रंग बनाये जाते हैं। इनकी चटाई बनती है। इनमें ध्वनि-निरोध का विशिष्ट गुण है, जिससे लदन के कुछ हाटलों के फर्श में इनका उपयोग किया गया है। इनके कारण एक खड की ध्वनि दूसरे खड में नहीं जा पाती।

आहार की दृष्टि से प्लवक भी बहुमूल्य है। गत महायुद्ध में खाद्यान्न के अभाव में जर्मनी के सामुद्रिक प्राणिकीविदों ने अनेक प्लवकों की परीक्षा की और यह निष्कर्ष निकाला कि जीव-प्लवक सर्वोत्कृष्ट आमिष के समान और उद्भिद्-प्लवक नीवारिका (Bye) के आटे के समान स्वास्थ्यप्रद हैं।

महासागर अत्यन्त प्राचीन काल से अवरोधक के रूप में महत्वपूर्ण रहे हैं। उनकी यह महत्ता अब घटती जा रही है। प्राचीन काल में युगों तक किसी ने प्रशात और अंधमहासागर को पार नहीं किया। नयी दुनिया और पुरानी दुनिया की पृष्ठभूमि में यही रहस्य है। इसी कारण आस्ट्रेलिया के जीव एव पादप शेष जगत से भिन्न हैं। जलयानों के आविष्कार के पूर्व भारतवर्ष पर महासागर की दिशा से कभी आक्रमण नहीं हुआ। नैपोलियन का सेंट हैलेना नामक द्वीप में निर्वासित किया जाना सागर का अवरोधक के रूप में लाभ उठाने का ही एक उदाहरण है।

७ अवरोधक के रूप में

महासागर यदि प्राचीन काल में अवरोधक के रूप में महत्वपूर्ण थे, तो आधुनिक काल में व्यापार की दृष्टि से वे और भी अधिक महत्वपूर्ण हैं। इसके कारण निम्नांकित हैं—

१ ये स्वतंत्र राजपथ हैं —

(क) जिनमें मार्ग-निर्माण का व्यय नहीं है।

(ख) जिनमें मार्ग के सधारण (Maintenance) का भी व्यय नहीं है।

और (ग) जो करो से उन्मुक्त हैं।

२ स्थल और वायु की अपेक्षा महासागरों में शक्ति (Power) भी कम व्यय होती है।

३ जलयानों में अपेक्षाकृत कम आदमियों से काम चल जाता है।

४ चलित्रों (Locomotives) की अपेक्षा जलयान के बनाने में व्यय भी कम होता है।

५ स्थल और वायु की अपेक्षा जल में परिवहन (Transport) भी सस्ता पड़ता है।

६ स्थल और वायु की अपेक्षा जल-परिवहन में सुरक्षा अधिक रहती है।

८ जलविद्युत के अपरिमित भण्डार

महासागर जल-विद्युत के अपरिमित भण्डार हैं। यदि ससार भर का कोयला, पेट्रोलियम और स्थल के विद्युत-साधन समाप्त हो जाय, तो महासागर उनकी पूर्ति कर सकते हैं। यही नहीं, इस महासागरों के अपरिमित शक्ति भण्डार में कोई विशेष अंतर नहीं पड़ेगा। महासागरों की इस गु-त और असीम शक्ति का सचयन तीन रीतियों में किया जा सकता है, जो उसके जल की गति, तापक्रम और ज्वार पर निर्भर हैं।

सागर तट पर उठने वाली विशालकाय लहरे उसकी महान शक्ति प्रकट करती हैं। इस शक्ति का यथासं अनुमान लगाना कठिन है। सागर के कटे हुये तट उच्छ्रग (Cliff) और रेत की असीम राशि इस शक्ति की महानता की द्योतक है लहरो की शक्ति सचय करने के लिए अनेक रीतियाँ सुझाई गई हैं। इनमें सबसे नवीन यत्र 'तरंग-वहित्र' (WaveMctor) का प्रदर्शन गत महायुद्ध के पूर्व कैलिफोर्निया के बर्कले नामक नगर मे किया गया था। उससे दो अरब अश्व-शक्ति (H P) विद्युत उत्पन्न हुई। इस यत्र के अन्वेषक की यह धारणा है, कि बारह रभो (Cylinders) से युक्त इस यत्र के पूर्ण विकसित रूप से तीन सहस्र अश्व-शक्ति विद्युत पैदा की जा सकेगी।

जलशक्ति के उत्पादन का दूसरा साधन सागर के पृष्ठ और नितल के तापक्रम के अंतर से लाभ उठाना है। इस गुप्त शक्ति की मात्रा का भी आगणन करना कठिन है। सन १९२८ ई० मे फ्रैंच वैज्ञानिक क्लॉड ने क्यूबा की मनटनजाज की खाड़ी मे इस रीति का प्रयोग किया। यहाँ पर पृष्ठ और नितल के तापक्रम मे २० सैन्टिग्रेड का अन्तर था। इस भाँति २० किलोवाट जलविद्युत उत्पन्न की जा सकी।

महासागर मे जलशक्ति का तृतीय साधन ज्वारभाटा है। प्रत्येक समुद्र तट पर दिन मे दो बार ज्वार आता है और वैज्ञानिको का यह अनुमान है कि ज्वार की आरोधन क्रिया (Braking action) मे बस अरब अश्व-शक्ति विद्युत निहित है। आगणन द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि केवल ब्रिटेन के तट पर प्रति वर्ष विद्युत की १० अरब इकाइयाँ उत्पन्न की जा सकता है।

९ प्रवाल, छिद्रिष्ठ, मूंगा-मोती, तेल एवं अन्य उपसृष्ट पदार्थों के उत्पादक

(क) प्रवाल

प्रवाल के आभूषण बनाये जाते हैं। औषधियो में भी इसका उपयोग होता है। टोना ट्यूटका और सगुन के लिए भी ये काम मे लाये जाते हैं। उदाहरण के लिए अनेक लोगो की यह धारणा है, कि प्रवाल की माला पहन लेने से मनुष्य डूब नहीं सकता और वह रोग-मुक्त रहता है।

(ख) छिद्रिष्ठ

शरीर का मँल छुटाने के लिये छिद्रिष्ठ का प्रयोग होता है। इस दृष्टि से टर्की के छिद्रिष्ठ जगतविख्यात हैं। टर्किश-बाथ मे इनका उपयोग होता है। इसके अतिरिक्त दोवाल, मेज-कुर्सी आदि भी छिद्रिष्ठ से साफ किये जाते हैं। प्राचीन काल मे रोमन लोग भूमध्यसागर मे पाये जानेवाले 'गज-कर्ण' (Elephant Ear) नामक छिद्रिष्ठ से अपनी ढाले साफ किया करते थे। पश्चिमी अन्धमहासागर का ऊर्णा-छिद्रिष्ठ (Wool Sponge) सबसे कोमल माना जाता है।

(ग) मूंगा-मोती

इस विषय मे अधिक कहना व्यर्थ है, यही कहना पर्याप्त होगा कि वर्तमान-काल मे मूंगा-मोतियो का आभूषण के रूप मे इतना अधिक प्रयोग होने लगा है कि

ग्राहको की आवश्यकता की पूर्ति नहीं हो पाती। यही कारण है कि नकली मुगो मोड़ी बनाये जाने लगे हैं।

(घ) सीपी शख आदि

पूजापाठ करते समय हिन्दू लोग शख-ध्वनि करते हैं। कौडीके विविध उपयोग सर्वविदित हैं। बगाल में महिलाओं की चूड़ियों और हार में शख (Conch shell) का उपयोग होता है। वैद्य लोग सीपी से भस्म एवं अन्य औषधियाँ बनाते हैं।

(ङ) तेल

आज से हजार वर्ष पहले भी ट्वेल से तेल निकाला जाता था। स्वास्थ्यप्रद होने के अतिरिक्त जलाने के लिये भी यह उपयोगी है। कौड लिबर-ऑयल स्वास्थ्यप्रद होने से ही प्रसिद्धि पा सका है। शताब्दियों से सील मछली के तेल का उपयोग होता आ रहा है। बैरिंग जलडमरूमध्य की सील मछलियाँ सप्तरा में सर्वोत्कृष्ट मानी जाती हैं।

(च) अन्य उपसृष्ट पदार्थ

यदि महासागरो में पाये जाने वाले उपसृष्ट पदार्थों की विस्तृत विवेचना की जाय, तो केवल इसी विषय पर अनेक मोटे ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं। यह विषय इतना विस्तृत है। यहाँ पर केवल हल मछली के उपसृष्ट पदार्थों का दिग्दर्शनमात्र कराया जा रहा है। उससे ही विषय की महत्ता प्रकट हो जायगी।

तेल से हमें केवल मास और तेल ही नहीं मिलता, उसकी चरबी बहुमूल्य है, उसकी हड्डियों से हथियार बनाये जाते हैं, उसकी स्नायु से मछलीफसाने के लिये बसी बनाई जाती है, उसके पट्टे और चमड़े के अनेक उपयोग हैं।

सागर में पाये जानेवाले रासायनिक पदार्थों और खनिजों द्वारा लाखों उपयोगी वस्तुओं का निर्माण होता है। उनकी विवेचना यहाँ सम्भव नहीं है।

खण्ड ३

अन्तरिक्ष

THE ATMOSPHERE

लेखक की ओर से

निवेदन

प्रस्तुत खण्ड 'अन्तरिक्ष' मे वायुमण्डल का भौगोलिक अन्वयन किया गया है।

वायुमण्डल का बड़ा महत्व है। हम भोजन और जल के बिना भी पर्याप्त काल तक जीवित रह सकते हैं, किन्तु वायु के अभाव मे हमारा एक क्षण भी जीवित रहना असंभव है। जीव-जन्तुओ एव पेड-पौधो का जीवन वायु पर ही निर्भर है। यह धारणा भ्रामक है कि सामुद्रिक जीवो को वायु की आवश्यकता नहीं पडती। उन्हे भी साँस लेने के लिये जलपृष्ठ के ऊपर आना पडता है अथवा वे पानी मे घुली हुई वायु का उपभोग करते हैं।

वायु के कण-कण की महत्ता है। हम धूलि-कणो को उपेक्षा की दृष्टि से देखते हैं, किन्तु यदि वायुमण्डल मे धूलि-कण न होते, तो वर्षा न होती और पृथ्वी पर जीवन संभव न होता।

वायु के एक बुलबुले का भी महत्व है। कुछ वर्ष पूर्व एक बुलबुले के कारण सम्पूर्ण भारत चिन्ताग्रस्त हो उठा था। स्व० सरदार पटल वायुयान द्वारा जयपुर जा रहे थे, उस समय पेट्रोल की टकी मे बुलबुला उत्पन्न हो जाने से वायुयान को नीचे उतारना अनिवार्य हो गया। तभी उस वायुयान का दिल्ली से बेतार के तार का सम्बन्ध टूट गया, जिससे समस्त भारत मे चिन्ता की लहर व्याप्त हो गई। वायुयान चालक के कोशल्य से भारत के 'लौह पुद्गल' के जीवन की रक्षा हो सकी। इस घटना से वायु के लघुतम अंश की महत्ता पर प्रकाश पडता है।

कृषि, वन-विकास, उद्योग, यातायात सभी वायुमण्डल सम्बन्धी दशाओ पर निर्भर है।

यह सन्तोष का विषय है कि वायुमण्डल मे पैदल पहुँचने की सर्वोच्च संभव ऊँचाई—एक भारतीय श्री टैनसिंह ने उपलब्ध की। यही नहीं भारतीय पक्षियो तक ने वायुमण्डल की उच्चतम सीमा का स्पर्श किया है। रामचरितमानस के उल्लेखनीय चरित्र जटायु के भाई सम्पाती का ही तो यह कथन है—

‘हम द्वौ बन्धु प्रथम तरुनाई। गगन गये रवि निकट उडाई ॥

तेज न सहि सक सो फिर आवा। मे अभिमानी रवि निअरावा ॥

जरे पख अति तेज अपारा। परेउ भूमि करि घोर चिकारा ॥’

इस खण्ड की रचना मे सहायक ग्रन्थो मे फिलिप लेक की रचना मुझे सर्वोत्कृष्ट लगी है मेरी व्यक्तिगत धारणा तो यह है, कि बी० ए०—बी० एस० सी० कक्षा के छात्रो की दृष्टि से भौतिक भूगोल के क्षेत्र मे लेक की कृति इस युग की सर्वश्रेष्ठ रचना है। कदाचित 'अन्तरिक्ष' खण्ड उनकी छाया से उन्मुक्त नहीं रह सका है। उनके प्रति मेरा ऋण इतना छोटा नहीं कि आभार-प्रदर्शन से मार्जित हो जाय।

समर्पण

आदरणीय

प्रिन्सिपल हृदय नारायण सिंहजी

एम० एल० सी०

तिलकधारी महाविद्यालय

जौनपुर

के

कर-कमलो में



चित्र २४१—एवरेस्ट विजेता

[बायीं ओर : श्री टैनसिंह । दाहिनी ओर : सर एडमण्ड हिलारी, कर्नल सर जॉन हंट (हाथ ऊपर उठाये हुए) तथा श्री टैनसिंह ।]

१ सैतीसवां परिच्छेद

वायुमण्डल का सामान्य परिचय

१ वायुमंडल क्या है ?

पृथ्वी पर सर्वत्र—जलमण्डल एव स्थलमण्डल दोनों ही के ऊपर वायु का आवरण है। इसकी ऊँचाई लगभग दो सौ मील है। इसी को हम 'वायुमण्डल' (Atmosphere) कहते हैं। यदि पृथ्वी को एक फुट के व्यास के गोले द्वारा प्रदर्शित किया जाय, तो उस पर वायुमण्डल की ऊँचाई ३ इंच से भी कम होगी। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के कारण वायु का यह स्तर सदैव उससे सटा रहता है और कभी भी उससे विलगनही होता। पृथ्वी के साथ साथ वायुमण्डल भी घूमता है।



२ वायुमंडल की महत्ता

वायुमण्डल का बड़ा महत्त्व है। जीव-जन्तुओं एव पेड़-पौधों का जीवन वायु

पर निर्भर है। यदि वायुमण्डल न होता तो चित्र २४२—पृथ्वी के प्रमुख विभाग पृथ्वी पर जीवन ही न होता।

जिस प्रकार महासागरों के नितल में जीव-जन्तु रहते हैं, ठीक वैसी ही स्थिति हम लोगों की वायुमण्डल में है। वायुमण्डल में हम जन्म लेते हैं, वायुमण्डल में हम जीवन व्यतीत करते हैं और वायुमण्डल में ही हम मृत्यु को प्राप्त करते हैं।

३ वायुमंडल के अन्वेषण की कठिनाइयाँ

जलवायु और भौतिक भूगोल सम्बन्धी सभी प्रक्रियाएँ वायुमण्डल ही में घटित होती हैं। सक्षेप में वायुमण्डल भौतिक भूगोल का मूल आधार है।

मनुष्य वायुमण्डल के निम्नतम स्तर का निवासी है। यहाँ रहते-रहते उसके शरीर के अग इतने अधिक अभ्यस्त हो गए हैं, कि वे वायुमण्डल के ऊपरी स्तरों में सक्रिय रहने में नितान्त असमर्थ हैं। अतएव मनुष्य के लिए वायुमण्डल के ऊपरी भाग का अन्वेषण करना दुष्कर समस्या है। एवरेस्ट विजेता टैनसिंह के लिए बर्फ पर चढ़ना उतना कठिन नहीं था, जितना विरल वायु में अपने अगों को क्रियाशील रखना।

४ वायु का दबाव

वायुमण्डल में विद्यमान वायु का भार लगभग १,१८,५०,००,००,००,००, ००,००,००० पौण्ड है।

भूपृष्ठ के निकट वायु सबसे अधिक स्थूल है और वायुमण्डल में हम जितने ऊपर

जाते हैं वायु उतनी ही सूक्ष्म होती जाती है। साढ़े तीन मील की ऊँचाई पर वायुभार लगभग आधा रह जाता है और सात मील की ऊँचाई पर तो वह प्रायः चौथाई ही रह जाता है।

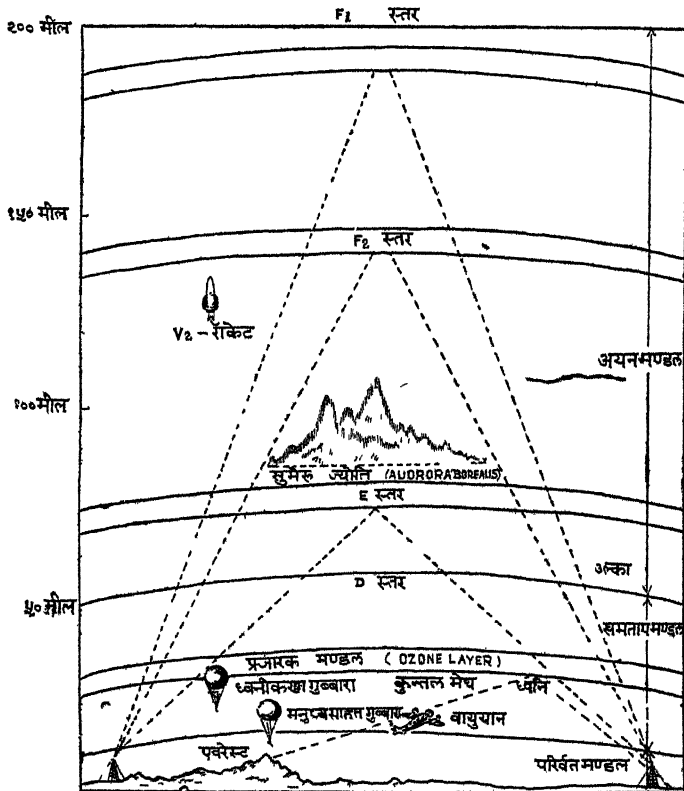
५ वायुमण्डल में मनुष्य द्वारा पहुँची सबसे अधिक ऊँचाई

वायुमण्डल के ऊपरी भाग के सम्बन्ध में हमारा ज्ञान बड़ा ही सीमित और अपूर्ण है। गुब्बारे (Balloon) द्वारा मनुष्य अधिक से अधिक १४ मील की ऊँचाई तक पहुँच सका है। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है वायुमण्डल की अगणित ऊँचाई लगभग दो सौ मील है। इस दृष्टि से १४ मील की ऊँचाई बहुत कम है।

मनुष्य बड़ा महत्वाकांक्षी है। वह विज्ञान के नवीनतम आविष्कार रैडर की सहायता से चन्द्रमा तक पहुँचने का स्वप्न देख रहा है।

६. वायुमण्डल के स्तर

जैसा कि चित्र २४३ से स्पष्ट होगा, वायुमण्डल में वायु की व्यवस्था निम्नांकित स्तरों में है —



चित्र २४३—वायुमण्डल के स्तर

- (१) परिवर्तमण्डल (Troposphere)
- (२) समतापमण्डल (Stratosphere)
- (३) अयनमण्डल (Ionosphere)

(१) परिवर्तमण्डल—यह वायुमण्डल का निम्नतम स्तर है। इसकी औसत ऊँचाई लगभग ७.५ मील अथवा १२ किलोमीटर है। इस स्तर में ज्यो-ज्यो ऊँचाई बढ़ती जाती है, त्यो-त्यो तापमान घटता जाता है। इसीलिये इसका नाम परिवर्तमण्डल रखा गया है। इसमें प्रत्येक १ किलोमीटर की ऊँचाई पर तापक्रम ६° सेंटिग्रेड (अथवा प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम १° फ०) घटता जाता है। परिवर्तमण्डल की ऊपरी सीमा पर वायुभार घरातल की तुलना में चौथाई रह जाता है। इस स्तर में तापक्रम, वायु का वेग एव दिशा, बदली, वृष्टि, आर्द्रता आदि ऋतुसम्बन्धी तत्वों के महान विभेदन पाये जाते हैं। आंधियों और तूफान इसी स्तर तक सीमित हैं। मनुष्य-चालित गुब्बारे एव विद्युत् प्रकाश से सज्जित वायुयान इसकी ऊपरी सीमा तक पहुँच सके हैं।

(२) समतापमण्डल—वायुमण्डल के दूसरे स्तर का नाम समतापमण्डल है। इसे यह सज्ञा इसलिये दी गई कि इसमें तापक्रम प्रायः समान रहता है। परिवर्तमण्डल और समतापमण्डल की विभाजक सीमा को परिवर्तसीमान्त (Tropopause) कहते हैं। इसकी ऊँचाई विषुवतरेखा पर लगभग १० मील, सयुक्त राज्य अमरीका के ऊपर लगभग ७ मील तथा ध्रुवों पर ५ मील है। समतापमण्डल की ऊपरी सीमा घरातल से ३५ मील से लेकर ५० मील तक की ऊँचाई पर पाई जाती है। इस ऊपरी सीमा पर वायुभार घरातल की तुलना में $\frac{1}{3}$ रह जाता है। यहाँ पर वायु का भार इतना क्षीण हो जाता है कि वायुयान अथवा गुब्बारे के उड़ने का प्रश्न ही नहीं उठता केवल विस्फोटन की प्रतिक्रिया द्वारा रॉकेट अथवा जेट विमान (Jet Plane) यहाँ पहुँच सके हैं।

वायुमण्डल में ४० और ५० किलोमीटर की ऊँचाई के बीच में ओजोन (Ozone) का बाहुल्य रहता है। अतएव इस स्तर का नाम ओजोन मण्डल (Ozonosphere) रख दिया गया है।

(३) अयनमण्डल (Ionosphere)—यह वायुमण्डल का सबसे ऊपर वाला स्तर है। रेडियो की तरंगों पर इस स्तर का विशेष प्रभाव पड़ता है। इन्हीं तरंगों के कारण इसका अनुसन्धान हुआ है। घरातल से बाहर की ओर अग्रसर होने वाली रेडियो की तरंग जब इस स्तर में पहुँचती है, तब उनमें परावर्तन होता है। विभिन्न तरंग दैर्घ्य (Wave length) की तरंगें विभिन्न ऊँचाइयों पर परावर्तित होती हैं। ३०० से लेकर ४०० मीटर लम्बी रेडियो-तरंगें ७० मील की ऊँचाई पर पहुँचकर परावर्तित होती हैं। परावर्तन के इस स्तर को कॅनेली-हेविसाइड (Kennelly-Heaviside) अथवा E-स्तर कहते हैं। इसी प्रकार १४० मील की ऊँचाई पर स्थित स्तर को, जो अपेक्षाकृत छोटी तरंगें क्ले परावर्तित करता है, एपिलटन (Appleton) अथवा F-I स्तर कहते हैं। परावर्तन के स्तर ऋतु एव काल के अनुसार ऊपर नीचे खिसकते रहते हैं।

७ वायुमण्डल की संरचना

वायुमण्डल में जलवाष्प की मात्रा प्रत्येक स्थान पर भिन्न है। उसके अतिरिक्त वायु की संरचना प्रायः सर्वत्र समान है और इस प्रकार है —

	प्रतिशत (आयतन)
नाइट्रोजन	७८.०३
ऑक्सीजन	२०.९९
आर्गन	०.९४
कार्बन डाइऑक्साइड	०.०३
हाइड्रोजन	०.०१

लगभग २०,००० फुट की ऊँचाई तक उपर्युक्त संरचना पाई जाती है। इसके अनन्तर स्थूल गैसों की मात्रा कम होती जाती है और सूक्ष्म गैसों की मात्रा बढ़ती जाती है।

*जलवाष्प वायुमण्डल के निम्नतम स्तर तक ही सीमित है। जल-विभागों (जैसे महासागर, सागर, झील, तड़ाग, नदी आदि) के निकट यह अधिक मात्रा में पाई जाती है।

कार्बन डाइऑक्साइड, ऑक्सीजन तथा नाइट्रोजन क्रमशः १२, ६८ और ८० मील की ऊँचाई पर लुप्त हो जाती है।

अँडतीसवाँ परिच्छेद

वायुमण्डल के दबाव का ऊँचाई और हवाओं से सम्बन्ध

१ वायुमण्डल का दबाव

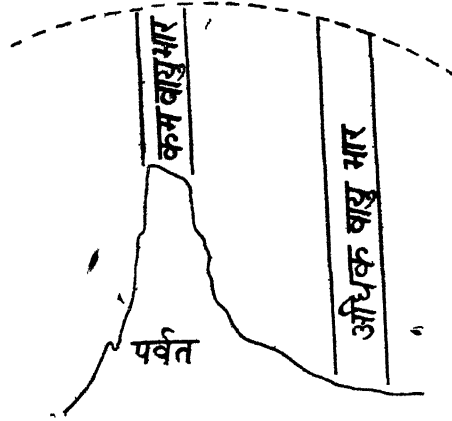
अन्य पदार्थों की भाँति वायु में भी भार होता है। इस कथन को एक साधारण प्रयोग द्वारा सिद्ध किया जा सकता है—

प्रयोग—फुटबाल का एक खाली ब्लैडर लीजिए। उसे तोल लीजिये। फिर उसमें पम्प द्वारा हवा भरिए और दुबारा तोलिए। विदित होगा कि हवा भर देने से ब्लैडर का भार बढ़ गया। इससे सिद्ध है, कि वायु में भार होता है। पहली बार जब ब्लैडर तोला गया तब भी उसमें हवा थी और यह कहना असुद्ध है कि ब्लैडर खाली था। दूसरी बार तोलते समय उसमें हवा अधिक थी। दोनों भारों का अन्तर भरी गई हवा का भार प्रदर्शित करता है।

वायुमण्डल के दबाव का अर्थ है किसी स्थान के इकाई क्षेत्रफल पर वायु-मण्डल

के स्तम्भ का भार। उदाहरण के लिये सागर-समतल पर प्रति वर्ग इंच भूमि पर वायुमण्डल का जो स्तम्भ रहता है, उसका भार लगभग १४.७ पौण्ड होता है।

उपर्युक्त व्याख्या से स्पष्ट है कि किसी भी समतल पर वायुमण्डल का दबाव उसके ऊपर वायु का भार होता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि ज्यो-ज्यो ऊँचाई बढ़ती जाती है, त्यो-त्यो वायुमण्डल का दबाव घटता जाता है। चित्र से यह कथन स्पष्ट होगा। हम यह जानते हैं कि वायुमण्डल के निचले भाग में घनत्व



ऊपरी भाग की अपेक्षा अधिक चित्र २४४—दबाव और ऊँचाई का सम्बन्ध है, अतएव भूपृष्ठ के निकट ऊँचाई के साथ दबाव शीघ्रता से घटता है किन्तु वायुमण्डल में अधिक ऊँचाई पर दबाव धीरे-धीरे घटता है।

२ बैरोमीटर का दबाव

वायुमण्डल का दबाव जिस यंत्र से नापा जाता है, उसे बैरोमीटर कहते हैं। बैरोमीटर अनेक प्रकार के होते हैं। फौरटिन्स बैरोमीटर में लम्बवत् काँच की नली में पारा भरा रहता है। इसका विस्तृत वर्णन आगे किया गया है। इस पारे के स्तम्भ की ऊँचाई दबाव दर्शाती है। किसी भी स्थान पर वायुमण्डल का दबाव

वास्तव में उतना ही होता है, जितना कि बैरोमीटर के पारे का दबाव। यही कारण है कि वायुमण्डल के दबाव को बैरोमीटर के पारे की ऊँचाई द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। सागर-समतल पर बैरोमीटर के पारे की ऊँचाई २९.९ इंच रहती है। इसी तथ्य को हम इस प्रकार प्रकट करते हैं कि समुद्र के धरातल पर बैरोमीटर अथवा वायुमण्डल का दबाव २९.९ इंच है। यदि हम २९.९ इंच ऊँचे पारे के स्तम्भ का जम्मा अनुप्रस्थ प्रच्छेद (Cross-Section) एक वर्ग इंच हो, तोले तो उसका भार १४.७ पौण्ड होगा। अतएव दबाव प्रदर्शित करने की दो रीतियाँ हैं — (१) सागर समतल पर वायुमण्डल का दबाव १४.७ पौण्ड प्रति वर्ग इंच है (२) सागर समतल पर बैरोमीटर का दबाव २९.९ इंच है। दोनों का अर्थ एक ही है।

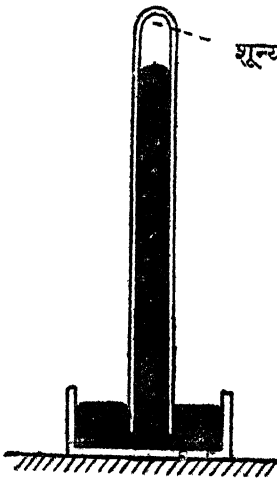
३ दबाव का नापना

यह तो ऊपर उल्लेख हो ही चुका है कि वायुमण्डल का दबाव बैरोमीटर द्वारा नापा जाता है। बैरोमीटर की तीन मुख्य प्रकारें हैं —

- (१) पारे का सामान्य बैरोमीटर
- (२) फौरटिन का बैरोमीटर
- (३) अनेरौयड बैरोमीटर

(१) पारे का सामान्य बैरोमीटर

इसकी रचना बड़ी सरल है। कोई भी व्यक्ति इसे आसानी से बना सकता है। लगभग ३६ इंच लम्बी काँच की एक नली लीजिए, जिसका अनुप्रस्थ प्रच्छेद (Cross Section) एक वर्ग इंच हो और जिसका एक सिरा बन्द हो। उसमें मुह तक पारा भर दीजिये और फिर उँगली से उसका मुह बन्द करके एक गेंदे बर्तन में जिसमें पारा हो उसे इस प्रकार उल्टा खड़ा कीजिये कि नली का उँगली में बन्द मुह बर्तन के पारे में काफी डूब जाय। चित्र से यह कथन स्पष्ट होगा। फिर उँगली को हटा लीजिए। उँगली हटाते ही नली का पारा कुछ नीचे की ओर जायगा और ऊपर शून्य (Vacuum) स्थापित हो जायगा। मापक द्वारा नापने से ज्ञात होगा, कि नली में बर्तन के पारे के समतल से लगभग ३० इंच ऊँचा पारा है। पारे के स्तम्भ की यह ऊँचाई वायुमण्डल का दबाव प्रदर्शित करती है।



चित्र २४५—पारे का सामान्य बैरोमीटर है।

(२) फौरटिन का बैरोमीटर

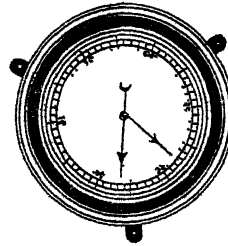
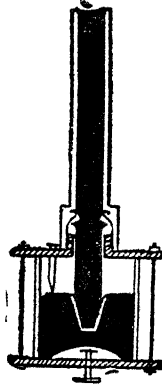
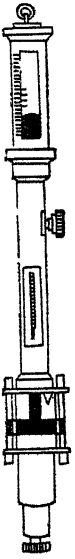
(Fortin's Barometer)

पारे के सामान्य बैरोमीटर में, जिसका वर्णन ऊपर हो चुका है, बर्तन के पारे का समतल तथा नली के पारे का समतल दोनों ही—वायुमण्डल की दशा के परिवर्तनों के अनुसार ऊँचे-नीचे होते रहते हैं। अतएव वायुमण्डल का दबाव ज्ञात करने के लिये दोनों समतलों का विचार करना पड़ता है। वास्तविक

दबाव इनका अन्तर होता है। यदि किसी प्रकार बर्तन के पारे का समतल स्थिर रखा जा सके, तो हमे केवल नली के पारे की ऊँचाई ज्ञात करना रह जाय। फौरटिन के बैरोमीटर मे यही सुविधा है। इसमे बर्तन का नितल चमड़े का होता है, जिसे स्क्रू द्वारा ऊपर नीचे किया जा सकता है। नली पर इंच और सेंटीमीटर के चिन्ह अंकित रहते हैं। जैसा कि चित्र २४६ से स्पष्ट होगा बैरोमीटर के निचले भाग मे हाथी दाँत की नोक लगी रहती है। बैरोमीटर के अक इसी नोक से शुरू होते हैं, अर्थात् नोक पर शून्य का चिन्ह होता है। दबाव नापने से पहले नीचे के स्क्रू को इस प्रकार घुमाया जाता है कि बर्तन का पारा हाथीदाँत की सुई की नोक का स्पर्श करने लगे।

(३) अनैरौयड बैरोमीटर

इस बैरोमीटर मे पारा अथवा अन्य किसी द्रव का उपयोग नहीं होता। इसका सबसे बड़ा गुण यह है कि इसे सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाया जा सकता है। यह धातु का बेलनाकार ऐसा डिब्बा होता है, जिसमे से कुछ हवा निकाली गई हो। इसमे ऐसी व्यवस्था रहती है, कि वायुमण्डल का भार बढने से जब डिब्बे का ऊपरी भाग नीचे दबता है अथवा दबाव



चित्र २४७—फौरटिन के बैरोमीटर का निचला भाग

चित्र २४८—अनैरौयड बैरोमीटर

चित्र २४६—फौरटिन का बैरोमीटर घटने से जब वह ऊपर उठता है, तब उसमे लगी हुई सुई प्रभावित होती है और अंकित मापक पर दबाव प्रदर्शित करती है।

(४) बैरोमीटर द्वारा ऊँचाई ज्ञात करना

किसी भी पहाड़ी की चोटी पर तलहटी (Foot) की अपेक्षा वायुमण्डल का दबाव कम होता है, क्योंकि चोटी पर वायुमण्डल के स्तर की ऊँचाई तलहटी की अपेक्षा कम होती है। चित्र २४४ से यह कथन स्पष्ट होगा। अवलोकित तथ्यों से ज्ञात

होता है कि प्रत्येक ९ फुट की ऊँचाई पर वायु का दबाव $\frac{1}{100}$ इंच घट जाता है।

अतएव हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं —

पहाडी की ऊँचाई=

$$\frac{\text{तलहटी पर वायु का दबाव (इंचो में) - चोटी पर वायु का दबाव (इंचो में)}}{1/100} \times 9$$

यदि वायुमण्डल का घनत्व सर्वत्र समान होता, तो हम उपर्युक्त सूत्र की सहायता से किसी भी स्थान की ऊँचाई ज्ञात कर सकते थे, किन्तु वास्तविकता यह नहीं है। वायु का घनत्व तापक्रम पर आधारित है और तापक्रम ऊँचाई के साथ घटता जाता है। अतएव हमे वायु का औसत दबाव क और औसत तापक्रम ख जानना अभीष्ट है —

$$क = \frac{\text{तलहटी पर वायु का दबाव} + \text{चोटी पर वायु का दबाव}}{2}$$

$$ख = \frac{\text{तलहटी का तापक्रम} + \text{चोटी का तापक्रम}}{2}$$

तब हम निम्नांकित सारिणी से क और ख के लिये प्रतिकारक का मूल्य ज्ञात करते हैं, जिसे हम ९ के स्थान पर प्रयुक्त करते हैं —

सारिणी

औसत तापक्रम	फ०	३०°	४०°	५०°	६०°	७०°
औसत दबाव	२७ इंच	१७	१९	१० १	१० ३	१० ६
"	२८ "	१ ३	१ ५	१ ८	१० ०	१० २
"	२९ "	१ ०	१ २	१ ४	१ ६	१ ८
"	३० "	८ ७	८ ९	९ १	९ ३	९ ५

निम्नलिखित उदाहरण द्वारा उपर्युक्त कथन स्पष्ट होगा।

उदाहरण—किसी पहाडी की तलहटी पर वायु का दबाव और तापक्रम क्रमशः २९ इंच और ६०° फ० है तथा उसकी चोटी पर वायु का दबाव और तापक्रम क्रमशः २७ इंच और ४०° फ० है। पहाडी की ऊँचाई बतलाइए ?

गणना—

$$\text{पहाडी की तलहटी पर वायु का दबाव} = २९ \text{ इंच}$$

$$\text{" चोटी " } = २७ \text{ इंच}$$

$$\text{औसत दबाव} = \frac{२९ + २७}{2} = २८ \text{ इंच}$$

$$\text{पहाडी की तलहटी का तापक्रम} = ६०° \text{ फ०}$$

$$\text{" चोटी " } = ४०° \text{ फ०}$$

$$\text{औसत तापक्रम} = \frac{६० + ४०}{2} = ५०° \text{ फ०}$$

औसत दबाव (२८ इंच) और औसत तापक्रम (५०° फ०) के लिये सारिणी से निर्धारित प्रतिकारक = ९ ८

पहाड़ी की ऊँचाई

$$= \frac{\text{तलहटी पर वायु का दबाव} - \text{चोटी पर वायु का दबाव}}{K} \times$$

सारिणी से निर्धारित प्रतिकारक

$$= \frac{29 - 27}{K} \times 9.8$$

$$= 2 \times 100 \times 9.8$$

$$= 1960 \text{ फुट}$$

५ वायुमण्डल की ऊँचाई

यदि वायुमण्डल का घनत्व सर्वत्र समान होता, तो हम वायुमण्डल की ऊँचाई बड़ी सरलता से ज्ञात कर लेते। सागर समतल पर वायु का दबाव २९९ इंच है तथा वायुमण्डल की ऊपरी सीमा पर दबाव शून्य है। अतएव—

चूँकि $K = 9.8$ इंच दबाव घट जाता है ९ फुट की ऊँचाई पर

$$299 \quad ,, \quad 9 \times 100 \times 299$$

$$= 26, 910 \text{ फुट}$$

$$= 5 \text{ मील से अधिक}$$

किन्तु हम जानते हैं कि वायुमण्डल में हम जितने ऊपर जाते हैं, घनत्व उतना ही कम हो जाता है। इसका कारण यह है कि वायुमण्डल के ऊपरी भाग में सूक्ष्म गैसें स्थूल गैसों का स्थान ग्रहण कर लेती हैं। अतएव उपर्युक्त गणित अशुद्ध है। वायुमण्डल की ऊँचाई निश्चित करने में उल्काओं का अध्ययन सहायक सिद्ध हुआ है। उल्का छोटे आकार के ठोस पिण्ड होते हैं, जो ब्रह्माण्ड में विचरा करते हैं। जब वे वायुमण्डल के संपर्क में आते हैं, तब वे वायु की रगड़ से उष्ण होकर सफेद हो जाते हैं। १८८ मील की ऊँचाई तक उल्का देखे गए हैं। अतएव कम से कम १८८ मील की ऊँचाई तक वायुमण्डल का विस्तार निश्चित है।

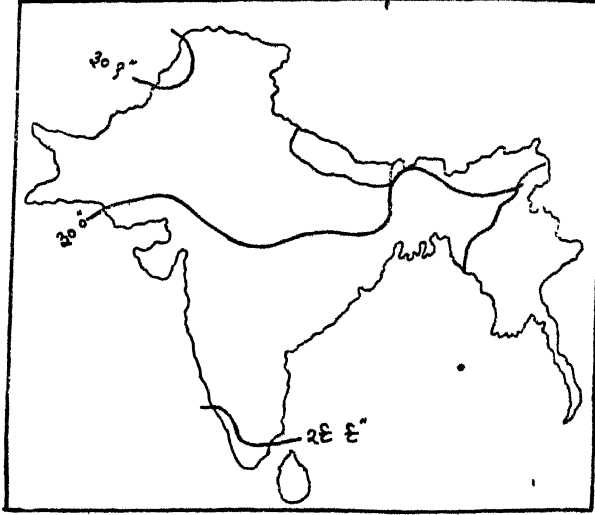
६. दबाव के परिवर्तन

किसी भी स्थान पर वायु का दबाव स्थिर नहीं है। मौसम और ऋतुओं के परिवर्तन के साथ उसमें अन्तर होते रहते हैं। उदाहरण के लिये वर्षा ऋतु के पूर्व दबाव अकस्मात् घट जाता है। इसकी सूचना बैरोमीटर के पारे के अचानक गिर जाने से मिलती है। ऋतुओं के अनुसार दबाव के परिवर्तन की विस्तृत विवेचना अध्याय ३९ में की गई है।

७ समभार रेखाएँ (Isobars)

धरातल की आकृति के विभेदन के कारण किसी सीमित क्षेत्र पर भी वायु का दबाव सर्वत्र एक सा नहीं रहता। मान लीजिये किसी नगर में एक छोटी सी पहाड़ी है। स्पष्ट है, कि इस पहाड़ी की चोटी पर तलहटी की अपेक्षा वायु का दबाव कम होगा। ऐसी दशा में यह प्रश्न उठता है कि हम उस नगर के लिये वायु का दबाव कौन सा मानें—तलहटी का अथवा चोटी का। इस समस्या के समाधान के लिये हम प्रत्येक स्थान के दबाव को सागर-समतल के दबाव में परिणत कर लेते हैं और ऋतु-चित्रों में सागर-समतल पर परिणत दबाव ही प्रयोग में लाया जाता है। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिए किसी नगर में तीन ऐसे

स्थान है जिनकी ऊँचाई क्रमश ९००, १३५० और १८०० फुट है और जिनका वायु-भार क्रमश २८, २७ $\frac{१}{२}$ और २७ इंच है। हम यह जानते हैं, कि प्रत्येक ९०० फुट



चित्र २४९—भारतवर्ष की जनवरी की समभार रेखाये

की ऊँचाई पर वायुभार १ इंच घट जाता है। इसे दृष्टि में रखते हुए जब हम उक्त नगर के तीनों स्थानों के वायुभार को सागरसमतल पर परिणत करते हैं, तब हमें ज्ञात होता है कि उक्त नगर के प्रत्येक स्थान का सागरसमतल का वायुभार २९ इंच है। अतएव समभार रेखा बनाते समय उक्त नगर का वायुभार २९ इंच माना जायगा।

समभार रेखाये वे कल्पित रेखाये हैं, जो उन स्थानों के मिला देने से बन जाती हैं, जिनका सागर समतल पर वायु का दबाव एकसा होता है।

चित्र २४९ में भारतवर्ष की जनवरी की समभार रेखाये प्रदर्शित की गई हैं।

८ वायुमण्डल के दबाव और प्रवाहित होनेवाली हवाओं का परस्परिक सम्बन्ध

(१) दबाव और वायु की दिशा का सम्बन्ध—पृथ्वी के विभिन्न स्थानों के दबाव में अन्तर होने के कारण ही हवायें चलती हैं। हवायें सदैव ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की ओर प्रवाहित होती हैं।

(२) दबाव और वायु का वेग—जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है हवायें दबाव के अन्तर के कारण चलती हैं। उनका वेग इस अन्तर की मात्रा पर निर्भर करता है। यह अन्तर जितना अधिक होता है, वायु का वेग भी उतना ही अधिक होता है। दूसरी ओर यदि यह अन्तर कम होता है, तो वायु भी मन्द होती है। दबाव के अन्तर का ज्ञान समताप रेखाओं की पारस्परिक दूरी से हो जाता है। यदि यह दूरी कम हुई तो दबाव का अन्तर अधिक होता है और यदि यह दूरी अधिक हुई तो दबाव का अन्तर कम होता है। समताप रेखाओं के प्रति समकोण

दिशा में मापित वायुमण्डल के दबाव के घटने या बढ़ने के वेग (Rate) को बैरोमीटर की प्रवणता (Barometric Gradient) कहते हैं। यह तो स्पष्ट ही है कि यदि समताप रेखाएँ पास-पास हुईं तो बैरोमीटर की प्रवणता अधिक होगी और हवाओ का वेग अधिक होगा। इसके विपरीत, जब समताप रेखाएँ दूर-दूर होंगी, तब बैरोमीटर की प्रवणता कम होगी और हवाओ का वेग भी अपेक्षाकृत कम होगा।

(३) हवाओ का दिशा के परिवर्तन—यदि पृथ्वी स्थिर होती तो हवाय सदा समताप रेखाओ के प्रति समकोण बनाती हुई ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की ओर प्रवाहित होती, किन्तु पृथ्वी स्थिर नहीं है और वह अपनी धुरी पर घूमती रहती है, जिससे हवाओ की दिशा में परिवर्तन हो जाते हैं। हवाओ की दिशा के परिवर्तन निम्नलिखित नियमों के अनुसार होते हैं—

(क) फ़ैरल का नियम।

(ख) बाइज बेल्ट का नियम।

इन दोनों नियमों का सारांश एक ही है।

(क) फ़ैरल का नियम

परिभाषा—पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने के कारण उत्तरी गोलार्द्ध में हवाएँ अपने दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपने बायीं ओर घूम जाती हैं।

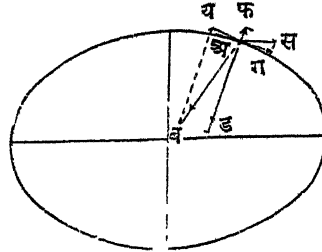
इस नियम को गणित द्वारा सिद्ध किया जा सकता है।

गणितीय प्रमाण

पृथ्वी ध्रुवों पर चपटी है, अतएव उसकी आकृति दीर्घवृत्ताकार (Elliptical) है, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित किया गया है। मान लीजिए भूपृष्ठ पर अ बिन्दु पर एक कण स्थिर है। जब पृथ्वी घूमती है, तब इस कण पर दो बल लगते हैं—

(१) केन्द्राभिमुखी बल (Centripetal Force) अ ब दिशा में लगता है।

(२) केन्द्रापसारि बल (Centrifugal Force) अ स दिशा में लगता है।



बलों के समानान्तर चतुर्भुज के सिद्धान्त (Law of parallelogram of forces) चित्र २५०—फ़ैरल के नियम का गणितीय प्रमाण के अनुसार—अ स बल को अ ग एव अ फ नामक दो बलों में, जो एक दूसरे के प्रति समकोण बनाते हैं, विश्लिष्ट किया जा सकता है। इसी प्रकार अ ब बल को भी अ ड और अ य नामक दो बलों में, जो परस्पर समकोण बनाते हैं, विश्लिष्ट किया जा सकता है।

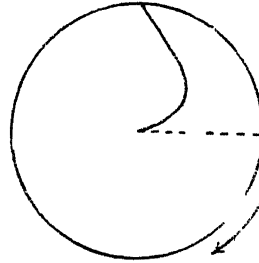
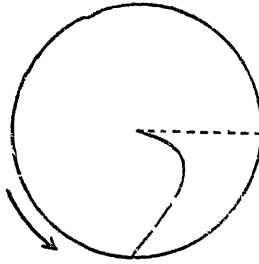
जब कण अ बिन्दु पर स्थिर होता है, तब—अ फ बल अ ड बल को समतुलित कर लेता है तथा अ य बल अ ग बल को समतुलित कर लेता है।

यदि हम अब कण को पूर्व दिशा में गति प्रदान करें तो केन्द्रापसारि बल अ स बढ़ जायगा। उसके साथ ही अ फ और अ ग बल भी बढ़ जायेंगे। अ फ बल के बढ़ने से कण का भार घट जाता है क्योंकि वह गुरुत्वाकर्षण के विपरीत दिशा में लगता है। अ ग बल के बढ़ जाने से कण को विषुवत रेखा की दिशा में गति मिलती

है। इस प्रकार कण पूर्व दिशा में गतिशील न होकर दक्षिण-पूर्व की ओर गतिशील होता है। अन्य शब्दों में वह दाहिनी ओर मुड़ जाता है।

प्रयोग द्वारा पुष्टि

ग्रामोफोन के रिकार्ड के बराबर दफती का एक वृत्ताकार टुकड़ा काट लीजिए और उसके बीच में रिकार्ड की तरह छेद भी कर दीजिये, जिससे उसे रिकार्ड के



क

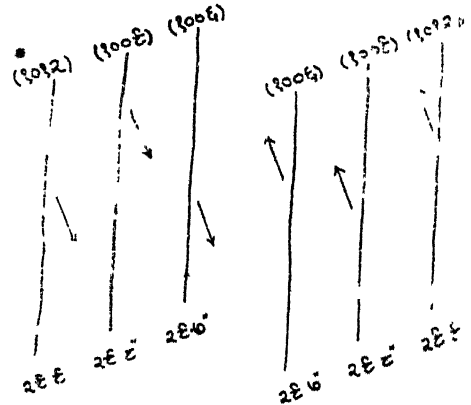
ख

चित्र २५१—फैरल के नियम की प्रायोगिक पुष्टि कीजिये। आप देखेंगे कि यह त्रिज्या सीधी न बनकर चित्र २५१ के अनुसार घूम जायगी। यदि कार्ड के घूमने की दिशा, चित्र २५१(क) के अनुसार हुई, तो रेखा दाहिनी ओर मुड़ जायगी। यदि कार्ड के घूमने की दिशा चित्र २५१(ख) के अनुसार हुई तो रेखा बायीं ओर मुड़ जायगी। चित्र २५१(क) में कार्ड का मध्य बिन्दु ऊपर से देखने से उत्तरी ध्रुव का द्योतक है। चित्र २५१(ख) में कार्ड का मध्य बिन्दु नीचे से देखने से दक्षिणी ध्रुव का द्योतक है।

(ख) बाइज बॉलट का नियम (Buys Ballot's law)

चित्र २५२ में उत्तरी गोलार्ध में समभार रेखाएँ और फैरल के नियम के अनुसार वायु की दिशाएँ प्रदर्शित की गई हैं। इस चित्र के अध्ययन से यह नियम बनाया जा सकता है —

‘वायु की ओर पीठ करके खड़े हो जाइए, यदि आप उत्तरी गोलार्ध में हैं, तब आपके दाहिनी ओर अधिक दबाव होगा और बायीं ओर कम, यदि आप दक्षिणी गोलार्ध में हैं, तब आपके दाहिनी ओर कम दबाव होगा और बायीं ओर अधिक।’



चित्र २५२—उत्तरी गोलार्ध में हवाओं और समभार रेखाओं का सम्बन्ध

यही बाइज बॉलट का नियम है। वास्तव में यह नियम फैरल के सिद्धान्त का रूपान्तर मात्र है।

उन्तालीसवां परिच्छेद

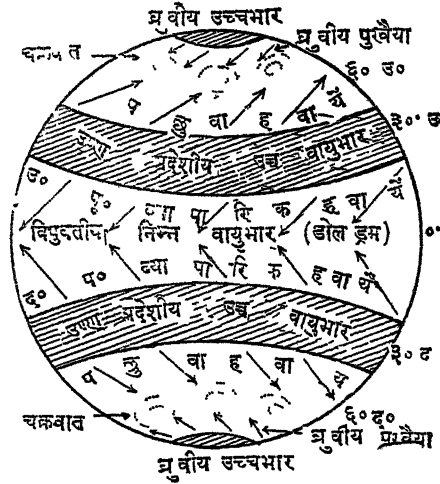
भूपृष्ठ पर वायु के दबाव का सामान्य वितरण

१ पृथ्वी पर वायुभार की पेटियाँ

संसार का जलवायु बहुत अंशो में वायु के दबाव के वितरण पर निर्भर है। पूर्व प्रकरण में यह उल्लेख हो चुका है कि वायु सदैव ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की दिशा में प्रवाहित होती है। वायु की केवल दिशा ही नहीं, बल्कि वेग भी हवा के दबाव पर निर्भर है। दो स्थानों के दबाव में जितना अधिक अन्तर होगा, उनके बीच में प्रवाहित होनेवाली वायु का वेग भी उतना ही तीव्र होगा। इसकी व्याख्या भी पूर्व में हो चुकी है। किसी स्थान में होनेवाली वर्षा वहाँ पर चलनेवाली वायु पर निर्भर है और वायु दबाव पर अवलम्बित है अतएव वर्षा दबाव से ही निर्धारित होती है।

वर्ष भर के औसत दबाव की दृष्टि से पृथ्वी को निम्न-लिखित कटिबन्धों में बाँटा जा सकता है—

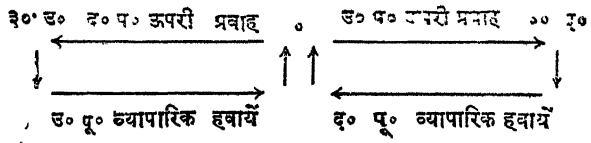
(१) स्थायी निम्न वायु भार की विषुवतीय पेट्टी (The equatorial belt of permanent low pressure)—इसका विस्तार 5° उ० से लेकर 5° द० अक्षांश तक है। इस कटिबन्ध में सूर्य की किरणें प्रायः वर्ष भर लम्बवत् पड़ती हैं। ताप के आधिक्य से यहाँ की वायु



चित्र २५३—वायुभार की पेट्टियाँ और हवायें
से उसका घनत्व घट जाता है और घनत्व घट जाने से वह ऊपर उठती है। अतएव इस कटिबन्ध में वायु सदैव ऊपर उठती रहती है, जिससे दबाव सदैव नीचा रहता है। वायु के ऊपर उठने से इस प्रदेश में वर्ष भर सवाहन की वर्षा होती है। ऊपर उठती हुई वायु चलती हुई नहीं प्रतीत होती, अतएव यह कटिबन्ध शान्त है। इसे 'डोल ड्रम' भी कहते हैं। प्राचीन काल में जब पालदार जहाज इस शान्त पेट्टी में पड़ जाते थे तब उन्हें यात्रा में बहुत समय लग जाता था।

(२) स्थायी उच्च वायुभार की उष्णप्रदेशीय पेट्टियाँ (The Tropical belts of permanent high pressure)—विषुवतीय कटिबन्ध की वायु वायुमण्डल में ऊपर जाकर ध्रुवों की ओर प्रवाहित होने लगती है और 30° और

३५° अक्षांश के बीच में दोनों गोलार्द्धों में नीचे उतरती है (चित्र २५४)। वायु के नीचे उतरने से उसका घनत्व बढ़ जाता है, जिससे दबाव की मात्रा भी बढ़



चित्र २५४—वायु के सवाहन का प्रवाह

जाती है। अतएव भूमध्यरेखा के उत्तर और दक्षिण में ३०° और ३५° अक्षांश के बीच में ऊँचे दबाव के कटिबन्ध हैं। ये भी शान्त प्रदेश हैं। उत्तरी गोलार्द्ध के इस शान्त प्रदेश को 'घोड़े का अक्षांश' (Horse Latitude) भी कहते हैं। इसका कारण यह है कि जब योरप निवासी अमरीका में बस रहे थे, तब वे वहाँ घोड़े भी जहाजों पर लादकर ले जाते थे। जब ये पालदार जहाज शान्त हवा की पेंटी में पड़ जाते थे, तब उन्हें यात्रा में बहुत समय लग जाता था। कभी-कभी मार्ग में चारा-पानी कम हो जाता था, तो घोड़े समुद्र में फेंक दिये जाते थे।

(३) स्थायी उच्च वायुभार की ध्रुवीय पेटियाँ (The Polar belts of permanent high pressure)—ध्रुवीय प्रदेश में वर्ष भर बर्फ जमी रहती है, जिससे वहाँ दबाव स्थायी रूप से ऊँचा रहता है।

दृष्टव्य—शीतोष्ण कटिबन्ध में ६०° उ० और ६०° द० के निकट निम्न दबाव की दो पेटियाँ और हैं। ये पेटियाँ विषुवतीय निम्न दबाव की पेटियों से सर्वथा भिन्न हैं। इन पेटियों में चक्रवातों के चलने से दबाव कम है। यद्यपि इन पेटियों में वर्ष भर का औसत दबाव कम है, तथापि वास्तव में ये काम दबाव के प्रदेश उसी समय होते हैं, जब इनमें चक्रवात चला करते हैं।

२ सनातन हवायें

उपर्युक्त पेटियों के अध्ययन द्वारा यह सरलता से निश्चित किया जा सकता है कि सनातन हवायें किस क्षेत्र में और किस दिशा में प्रवाहित होंगी। इस सब में हमें केवल दो बातें ध्यान में रखनी हैं —

(१) वायु सदैव ऊँचे दबाव से नीचे दबाव की ओर प्रवाहित होती है।

(२) फ़ैरल के नियम के अनुसार पृथ्वी के घूमने से उत्तरी गोलार्द्ध की हवायें अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध की हवायें अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं। यह अवश्य है कि विषुवतीय प्रदेश की अपेक्षा ध्रुवों के निकट वायु अधिक मुड़ती क्योंकि वहाँ भूमध्य रेखा की तुलना में परिभ्रमण का वेग बहुत अधिक होता है।

उष्णप्रदेशीय अधिक दबाव के कटिबन्ध से हवायें विषुवत रेखा के कम दबाव के प्रदेश की ओर प्रवाहित होती हैं। उत्तरी गोलार्द्ध में इन हवाओं की दिशा उ० पू० से द० पू० होती है और दक्षिणी गोलार्द्ध में द० पू० से उ० पू०। इन्हें व्यापारिक हवायें (Trade Winds) कहते हैं।

उष्णप्रदेशीय अधिक दबाव के कटिबन्ध से हवायें उत्तरी गोलार्द्ध में उत्तर की ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर भी चलती हैं। फ़ैरल के नियम के

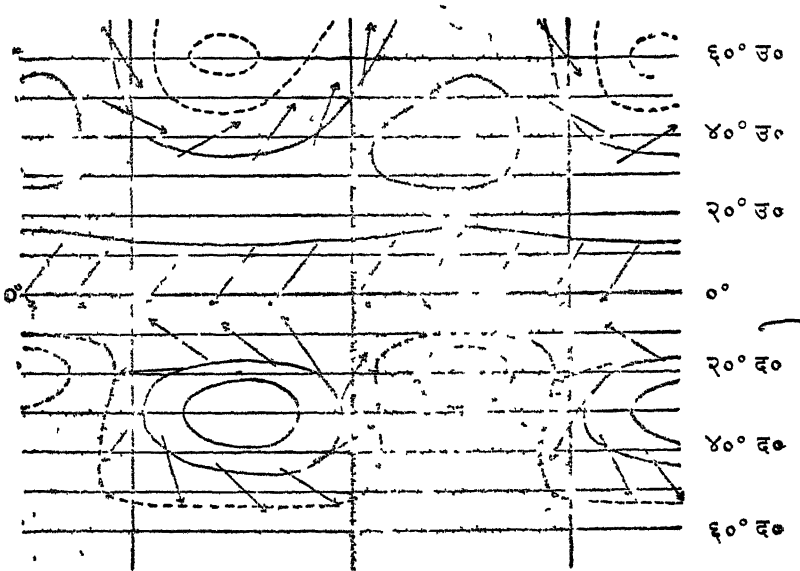
अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में इनकी दिशा ६०° पू० से ३०° पू० और दक्षिणी गोलार्द्ध में ३०° पू० से ६०° पू० हो जाती है। इन्हें पछुवा हवाये (Westerlies) कहते हैं।

ध्रुवों के अधिक दबाव के प्रदेखा से भी हवाये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर और द० गोलार्द्ध में उत्तर की ओर चला करती है। फेरल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में इनकी दिशा ३०° पू० से ६०° पू० तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में ६०° पू० से ३०° पू० हो जाती है। इन हवाओं को ध्रुवीय पुरवैया (Polar Easterlies) कहते हैं। शीतोष्ण कटिबन्ध में ध्रुवीय पुरवैया हवाये और पछुवा हवाये परस्पर विपरीत दिशा से एक दूसरे के सम्पर्क में आती हैं। इनके मिलने से चक्रवात बनते हैं।

३. ऋतुओं के अनुसार वायुभार की पेटियों के विवर्तन

यदि पृथ्वी की धुरी झुकी न होती, तो सूर्य की किरणे विषुवत रेखा पर वर्ष भर लम्बवत् पडती। ऐसी दशा में दबाव की पेटियाँ स्थायी रहती और उनकी स्थिति में कोई परिवर्तन न होता। किन्तु जैसा कि हम जानते हैं, जब उत्तरी गोलार्द्ध में ग्रीष्म ऋतु होती है, तब सूर्य की किरणे कर्क रेखा के निकट लम्बवत् पडती है, दूसरी ओर जब उत्तरी गोलार्द्ध में जाड़ा होता है, तब सूर्य की किरणे मकर रेखा के निकट लम्बवत् पडती है। सूर्य की किरणों की गति के साथ-

स्थल जल स्थल जल



चित्र २५५—जनवरी में जल और स्थल के ऊपर वायुभार की दशा

(दृष्टव्य—इस चित्र में ३० इंच से अधिक मूल्य की समभार रेखाये सतत रेखाओं द्वारा दर्शायी गई हैं और ३० इंच से कम मूल्य की समभार रेखाये टूटी लाइनों द्वारा दर्शायी गई हैं।)

साथ दबाव की पेटियाँ भी खिसकती हैं, किन्तु उतना नहीं। उत्तरी गोलार्द्ध की ग्रीष्म ऋतु में विषुवतीय कम दबाव की पेटि विषुवत रेखा के कुछ ही अंश उत्तर में रहती है। इसी प्रकार दक्षिणी गोलार्द्ध के ग्रीष्म में यह पेटि विषुवत् रेखा के कुछ अंश दक्षिण में खिसक जाती है।

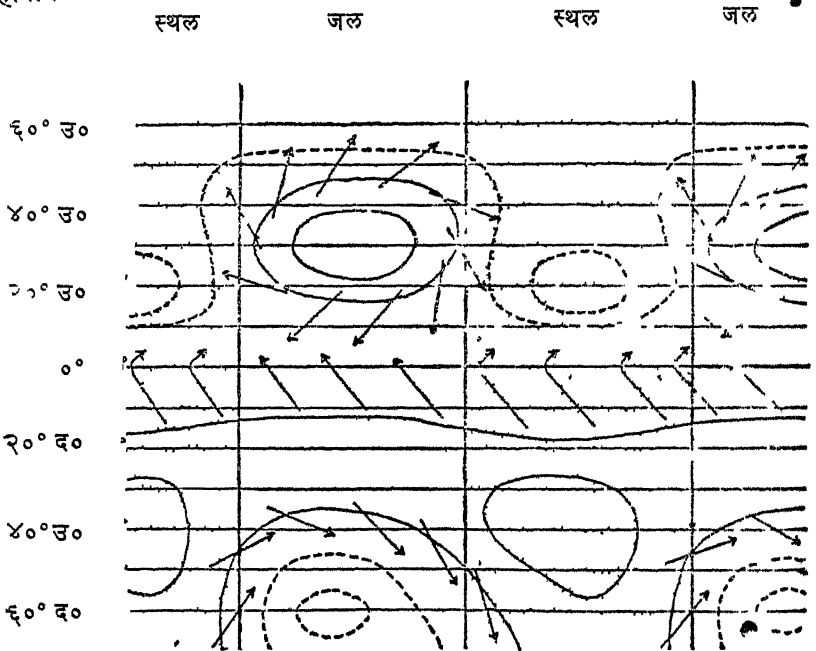
(१) उत्तरी गोलार्ध का जाड़ा

जब उत्तरी गोलार्द्ध में जाड़े की ऋतु होती है, तब वहाँ का स्थल निकटवर्ती महासागर-जल की तुलना में बहुत अधिक ठण्डा हो जाता है, जिससे वह ऊँचे दबाव (High Pressure) का क्षेत्र बन जाता है, अतएव उष्णप्रदेशीय अधिक दबाव की पेटि (Tropical H P Belt) एशिया और अमरीका पर उत्तर दिशा में फैल जाती है।

यही काल दक्षिणी गोलार्द्ध का ग्रीष्म होता है। अतएव दक्षिणी गोलार्द्ध में स्थलखण्ड जल की अपेक्षा कहीं अधिक गरम हो जाते हैं। वे कम दबाव के क्षेत्र बन जाते हैं। इसका प्रभाव दक्षिणी गोलार्द्ध की उष्ण-प्रदेशीय अधिक दबाव की पेटि (Tropical H P Belt) पर यह पड़ता है, कि वह द० अमरीका, अफ्रीका और आस्ट्रेलिया में लुप्त हो जाती है।

(२) उत्तरी गोलार्ध का ग्रीष्म

इसकी दशाये जाड़ों के विपरीत होती है। चित्र २५६ से यह कथन स्पष्ट होगा।



चित्र २५६—जुलाई में जल और स्थल के ऊपर वायुभार की दशा

(दृष्टव्य—इस चित्र में ३० इंच से कम मूल्य की समभार रेखाये टूटी लाइनों से दिखलाई गई है।)

४ वायुभार के वितरण का जलवायु पर प्रभाव

वायुभार का वितरण अनेक अंशों में जलवायु को निर्धारित करता है। इस कथन की पुष्टि के लिये कुछ उदाहरण नीचे दिये जा रहे हैं —

(१) डोलड्रम के प्रदेश में वायु गरम होकर ऊपर उठती है। ऊपर जाने पर उसकी जलवाष्प द्रवीभूत होती है और वर्षा के रूप में नीचे गिरती है। अतएव इस कटिबन्ध में सालभर वर्षा होती है और बादल छाये रहते हैं।

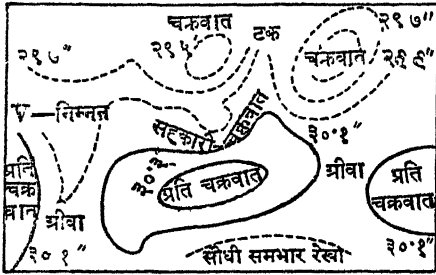
(२) अश्व-अक्षांशों (Horse Latitudes) पर हवाये ऊपर से नीचे उतरती हैं, जिससे वे सूखी होती हैं। यही कारण है कि इन क्षेत्रों में वर्षा नहीं होती और आसमान खुला रहता है।

(३) ध्रुवों के अधिक दबाव के प्रदेश से शीतोष्ण कटिबन्ध की ओर हवाये चलती हैं। लगभग ६०° अक्षांश पर ये हवाये पछुवा हवाओं के सम्पर्क में आती हैं। इन दोनों वायुराशियों के मिलने से चक्रवात (Cyclones) अस्तित्व में आते हैं। इन चक्रवातों के कारण शीतोष्ण कटिबन्ध के मौसम में परिवर्तन होते रहते हैं।

चालीसवां परिच्छेद

समभार रेखाओं के विभिन्न रूप

समभार रेखाओं के प्रमुख रूप ये हैं—(१) चक्रवात (Cyclone) (२) प्रतिचक्रवात (Anti-cyclone) (३) गौण चक्रवात (Secondary Cyclone) (४) टक (Wedge) (५) V—आकृति के निम्नन (V-Depression) (६)



चित्र २५७—समभार रेखाओं की विभिन्न व्यवस्थायें

दीर्घ वृत्ताकार होती हैं। इसके बीच में दबाव सबसे कम होता है और बाहर की ओर क्रमशः बढ़ता जाता है।

(२) आकार-चक्रवात के आकार में बड़े अन्तर पाये जाते हैं। शीतोष्ण कटिबन्ध में चक्रवात का व्यास २००० मील तक पाया गया है। उष्ण प्रदेशीय चक्रवातों का व्यास कुछ सैकड़ों मील से कभी भी अधिक नहीं होता।

चक्रवात के आकार की तुलना में उसकी ऊँचाई बहुत कम होती है। शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों की अधिक से अधिक ऊँचाई ७ या ८ मील होती है। चक्रवातों की तुलना पतली तश्तरी या ग्रामोफोन के रिकार्डों से की जा सकती है।

(३) हवायें—चक्रवात के मध्य में दबाव सबसे कम होता है, अतएव चारों ओर से हवायें चक्रवात के मध्य की ओर प्रवाहित होती हैं। ये हवायें फौरन के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्द्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं। चित्र २५८ से स्पष्ट होगा, कि चक्रवात के मध्य में हवाओं की भँवर बन जाती हैं।

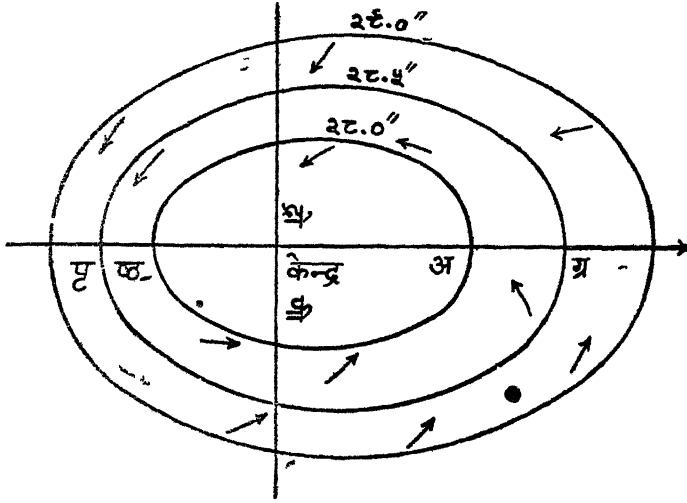
सबसे कम दबाव चक्रवात के ठीक बीचोबीच नहीं होता, वरन् कुछ पीछे की ओर होता है (चित्र २५८)। फिर भी उस बिन्दु को चक्रवात का केन्द्र कहते हैं। चक्रवात के अगले भाग की अपेक्षा पिछले भाग में समभार-रेखाएँ प्रायः पास-पास होती हैं। अतएव वहाँ वायु का वेग भी अधिक होता है। बहुधा चक्रवात के पिछले भाग की हवायें अगले भाग की अपेक्षा छोटा कोण बनाती हैं।

ग्रीवा (Col) तथा (७) सीधी समभार रेखाएँ (Straight isobars)। चित्र में इन्हें प्रदर्शित किया गया है।

१. चक्रवात

(१) आकृति एवं समभार रेखाओं की व्यवस्था—चक्रवात समभार रेखाओं की एक विशेष व्यवस्था है। इसमें समभार रेखाएँ वृत्ताकार अथवा

(४) गति (क) दिशा—चक्रवात बहुत कम स्थिर रहते हैं। प्राय वे प्रवाहित होने वाली वायु की दिशा में चलते रहते हैं। यही कारण है, कि उत्तर-पश्चिमी योरप के अधिकांश चक्रवात पूर्व की ओर (पछुवा हवाओ के अनुरूप) अग्रसर होते हैं। व्यापारिक वायु के कटिबन्ध में इनकी गति पश्चिम की ओर



चित्र २५८—चक्रवात में समभार रेखाओ की व्यवस्था और हवाये

होती है। जब जे उष्णप्रदेशीय चक्रवात पछुवा हवाओ की पेंटी में प्रवेश करते हैं तब इनकी दिशा में परिवर्तन हो जाता है और वे प्रवाहित होनेवाली वायु के अनसार पूर्व की ओर चलने लगते हैं।

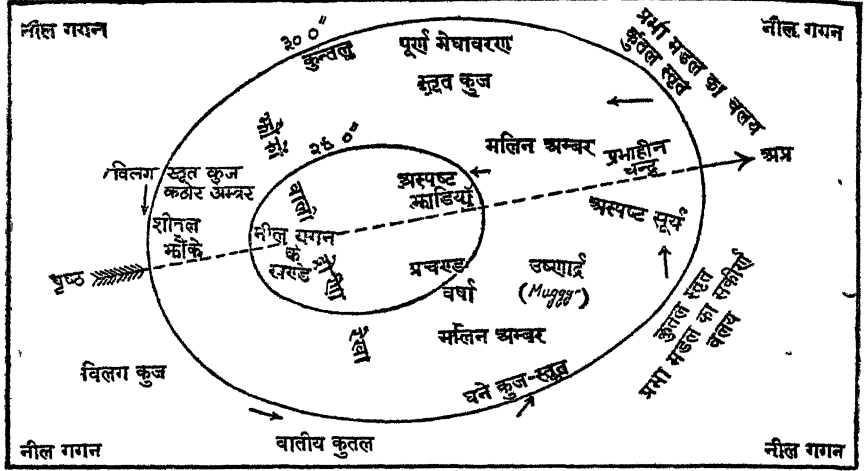
(ख) वेग—चक्रवातो के गति-वेग में बड़े अन्तर पाये जाते हैं। शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात १५ मील प्रति घण्टा से लेकर ४० मील प्रति घण्टा के वेग से चलते हैं। उष्ण प्रदेशीय चक्रवातो का गति-वेग और भी कम होता है। वे प्रति घण्टे २ मील से लेकर १० मील तक चलते हैं।

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि चक्रवात में प्रवाहित होनेवाली हवाओ की गति और स्वयं चक्रवात की गति दो नितान्त भिन्न वस्तुएँ हैं। उन हवाओ से जो उसके केन्द्र के चारों ओर चलती हैं, चक्रवात की गति का कोई भी सम्बन्ध नहीं है। यद्यपि उष्ण-प्रदेशीय चक्रवातो का गति-वेग शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवातो से कम होता है तथापि उनके अन्दर प्रवाहित होनेवाली हवाओ का वेग शीतोष्ण चक्रवातो का हवाओ से कहीं अधिक होता है।

(५) ऋतु सम्बन्धी दशाये—चक्रवातो की ऋतु सम्बन्धी दशाओ का अध्ययन करने के पूर्व हमें कुछ विशेष शब्द जान लेना आवश्यक है —

चित्र २५८ में एक चक्रवात प्रदर्शित किया गया है। इसमें अंकित तीर उसकी गति की दिशा प्रदर्शित करता है। चक्रवात में सबसे कम दबाव का बिन्दु उसके ठीक बीचो-बीच नहीं है, वरन् वह उसके मध्य बिन्दु से कुछ पीछे हटा हुआ है। फिर

भी उसे हम चक्रवात का केन्द्र कहते हैं। यदि हम चक्रवात के केन्द्र से होती हुई एक ऐसी रेखा खींचें जो उसकी गति की दिशा के प्रति समकोण बनाती हो, तो उसे हम द्रोणी (Trough) कहेंगे। द्रोणी-रेखा के आगे के भाग को हम अग्र (Front) कहते हैं और पिछले भाग को पृष्ठ (Back)।



चित्र २५९—चक्रवात में ऋतु सम्बन्धी दशाये

चित्र २५९ में चक्रवात की सामान्य ऋतु-दशाये प्रदर्शित की गई हैं।

(६) शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात—(Temperate Cyclones)—इनकी रचना, आकृति, आकार, समभार रेखाओं की व्यवस्था आदि की विवेचना ऊपर की पक्तियों में हो चुकी है।

(क) दबाव के परिवर्तन—जब किसी स्थान से शीतोष्ण चक्रवात गुजरता है, तब वहाँ के दबाव में परिवर्तन होते हैं। चित्र २६० में एक चक्रवात प्रदर्शित किया गया है। इस चित्र में क स्थान पर २९ इंच का दबाव है। जैसे-जैसे चक्रवात तीर की दिशा में आगे बढ़ता है, वैसे-वैसे एक के बाद दूसरी समभार रेखा क से गुजरती है। यह तो स्पष्ट ही है कि २९ इंच की समभार रेखा के गुजर जाने के बाद क्रमशः कम भार की रेखाएँ आती हैं। यह क्रम तब तक चलता है, जब तक चक्रवात का केन्द्र 'क'—स्थान पर नहीं आ जाता। केन्द्र के गुजरते ही वायुभार पुनः बढ़ने लगता है।

अब हम 'ख' स्थान का विचार करेंगे, जो केन्द्र के पथ में नहीं पड़ता है। चक्रवात के चलने से यहाँ भी दबाव क्रमशः घटेगा। यह क्रम उस समय तक चलता रहेगा, जब तक द्रोणी-रेखा नहीं आ जाती। द्रोणी-रेखा के गुजरते ही दबाव फिर बढ़ना शुरू होगा।

जब हम क और ख दोनों स्थानों के दबाव के परिवर्तन की तुलना करते हैं, तब हमें विदित होता है, कि 'क' स्थान की अपेक्षा 'ख' स्थान में दबाव का

हवा चलती है और दबाव क्रमशः बढ़ता है। किन्तु यह सुहावना मौसम थोड़े ही समय रहता है और थोड़ी देर बाद उसका स्थान चक्रवातीय मेघ और वर्षा ले लेते हैं।

जैसे ही द्रोणी-रेखा किसी स्थान से गुजरती है, वैसे ही वायु की दिशा में अकस्मात् परिवर्तन होते हैं। ये परिवर्तन जहाजों के लिये बड़े खतरनाक सिद्ध होते हैं।

V-निम्नन में बादलों और वर्षा के वितरण में विभेदन पाये जाते हैं, किन्तु सामान्यतः मौसम चक्रवात के समान होता है, यद्यपि अपेक्षाकृत कुछ तीव्र होता है।

प्रायः V-निम्नन चक्रवात के उष्ण अथवा शीतल अग्र (Front) से सम्बन्धित होता है। यदि वह उष्ण अग्र का होता है तो चक्रवात के आगे बढ़ जाने के पूर्व उसमें वर्षा होती है। यदि वह शीतल अग्र का होता है तो उसमें आकाश निर्मल रहता है, हल्की बौछारे होती हैं और मौसम स्पष्ट रहता है।

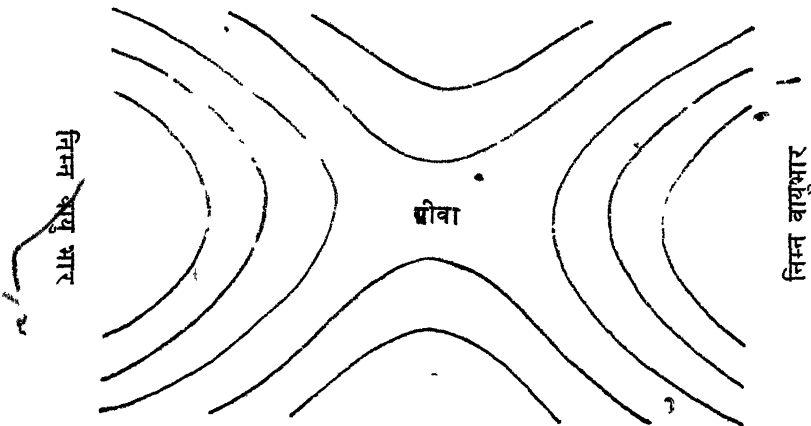
६. ग्रीवा (Col)

(१) परिभाषा

दो ऊँचे और दो नीचे दबाव के स्थानों के बीच का भाग ग्रीवा (Col) कहलाता है।

(२) ऋतु संबंधी दशायें

ग्रीवाप्रदेश के अन्दर न तो चक्रवात के समान मौसम होता है और न प्रति-उच्च वायुभार



उच्च वायुभार
चित्र २६७—ग्रीवा

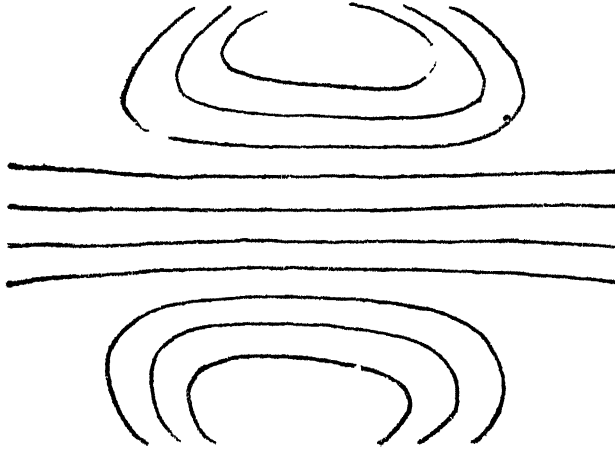
चक्रवात जैसा, बल्कि यह एक तटस्थ प्रदेश होता है। इसमें जाड़ों में मौसम शान्त होता है और कुहरा पड़ता है। गर्मियों में यदि आसमान खुला हो और वायु में काफी आर्द्रता हो, तो तड़ितस्रष्टाये अथवा बिजली की कड़कवाली आँधियाँ आती हैं।

(३) अवधि

ग्रीवा (Co1) दीर्घकाल तक नहीं रहता।

७. सीधी समभार रेखाये

ये दो बड़े चक्रवातो अथवा दो बड़े प्रतिचक्रवातो के बीच के प्रदेश को दर्शाती हैं। इनमें हवाये अधिक दबाव से कम दबाव की ओर चलती हैं और फेरल के



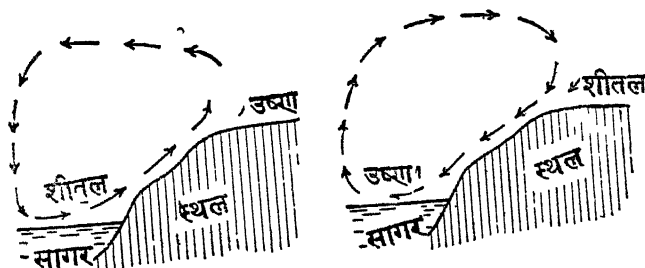
चित्र २६८—सीधी समभार रेखाये

नियम के अनुसार मुड़ जाती है। यदि इन रेखाओं की पारस्परिक दूरी कम हुई होती तो इनमें वायु काफी तेजी से चलती है। दूसरी ओर यदि इनकी पारस्परिक/दूरी अधिक हुई तो वायु का वेग कम होता है। इनमें अनेक प्रकार के मौसम पाये जाते हैं।

इकतालीसवां परिच्छेद स्थानीय हवायें, मौसमी हवायें तथा विशेष प्रकार की आंधियाँ

१. जल समीर और थल समीर (Land and Sea Breezes)

जल की अपेक्षा स्थल गर्म भी अधिक शोध्यता से होता है और ठंडा भी। दिन में सूर्य के ताप के कारण जल की अपेक्षा स्थल अधिक गरम हो जाता है, जिससे उसके ऊपर की वायु गरम और हल्की होकर ऊपर उठती है। जो स्थान रिक्त होता है,



चित्र २६९—जल समीर

चित्र २७०—थल समीर

उसकी पूर्ति के लिये समुद्र की ओर से हवायें चलती हैं। जल से स्थल की ओर जानेवाली इसी वायु को हम जलसमीर (Sea Breeze) कहते हैं।

रात्रि की दशा ठीक इसके विपरीत होती है और जल की अपेक्षा स्थल अधिक ठण्डा हो जाता है, जिससे स्थल से जल की ओर वायु चलती है। इसे हम स्थल समीर (Land Breeze) कहते हैं।

चित्र २६९ ए व २७० में जल और थल समीर प्रदर्शित की गई हैं।

इन समीरों के चलने के सागरतट का तापक्रम सम (Moderate) रहता है।

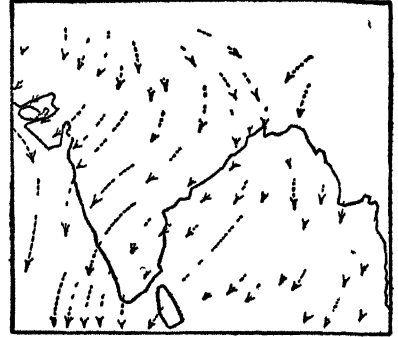
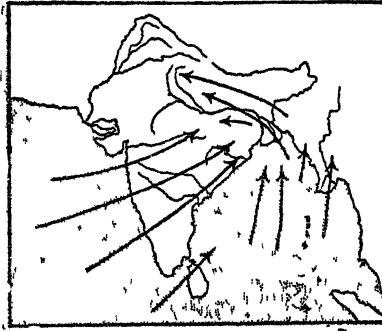
२. मानसून हवायें

ये मौसमी हवायें हैं। वास्तव में, मानसून हवायें जल और थल समीर का केवल बृहद् रूप हैं। मानसून शब्द की उत्पत्ति एक अरबी शब्द से हुई है, जिसका अर्थ है, मौसम। जिस सिद्धान्त के अनुसार स्थल और जल समीर क्रमशः रात और दिन में चलती हैं, उसी के अनुसार मानसून हवायें जाड़ो और गर्मियों की ऋतु में चलती हैं।

गर्मियों में स्थल महासागर की अपेक्षा अधिक गर्म होता है, अतएव इस ऋतु में स्थल पर हवा का दबाव कम होता है और जल पर अधिक। वायु सदैव अधिक दबाव

से कम दबाव की ओर प्रवाहित होती है अतएव इस ऋतु में समुद्र से स्थल की ओर हवाये चलती है। ये हवाये फेरल के नियम के अनुसार मुड़ जाती है। समुद्र से आने के कारण इनमें आर्द्रता होती है और इनसे वर्षा होती है।

जाडो में दशाये विपरीत होती है। इस ऋतु में समुद्र की अपेक्षा स्थल अधिक ठण्डा रहता है, जिससे स्थल के ऊपर वायुभार अधिक होता है और जल पर कम।



चित्र २७१—दक्षिण पश्चिमी मानसून

चित्र २७२—उत्तर पूर्वी मानसून

अतएव हवाये स्थल से जल की ओर चलती है। स्थल से आने के कारण ये हवाये सूखी होती है।

चित्र २७१ एवं २७२ में भारतवर्ष में चलनेवाली मानसून हवाये प्रदर्शित की गई है।

३. मिस्ट्रल, बोरा तथा सिरौक्को

(क) मिस्ट्रल (Mistral) तथा बोरा (Bora)

वास्तव में मिस्ट्रल और बोरा, जाडो में भूमध्य सागर के निम्न (Mediterranean Depression) की ओर अग्रसर होनेवाले ध्रुवीय वायु-प्रवाह (Polar Air Stream) के स्थानीय नाम हैं। योरप के ठण्डे स्थलखण्ड के ऊपर से गुजरने के कारण ये हवाये विशेष ठण्डी होती हैं और तीव्र भी होती हैं। इनके मार्ग में आल्प्स पर्वत की श्रेणियाँ बाधक होती हैं, जिससे ये विशेष पथों पर ही सीमित हैं। रोम की घाटी में इन्हें 'मिस्ट्रल' कहते हैं और एड्रियाटिक सागर के ऊपरी भाग में 'बोरा'। उत्तरी अमरीका की शीतल तरंगें (Cold waves) बहुत कुछ इसी प्रकार की हैं।

(ख) सिरौक्को (Sirocco)

भूमध्यसागर के निम्न (Mediterranean Depression) की ओर प्रवाहित होने वाले उष्णप्रदेशीय वायु प्रवाह (Tropical Air Stream) का ही नाम 'सिरौक्को' है। मरुस्थल के ऊपर से आने के कारण ये हवायें भूमध्यसागर के दक्षिणी तट पर सूखी और झूल से भरी होती हैं। भूमध्यसागर के ऊपर से गुजरते समय इनमें आर्द्रता का प्रवेश होता है। ऐसी आर्द्र और उष्ण हवाये द० इटली और सिसली में पाई जाती है।

मिश्र मे सिरौक्को को खामसिम (Khamsum) कहते हैं, जिसका अरबी भाषा मे अर्थ 'पचास' है। इस वायु का यह नाम इसलिये पडा कि यह लगभग ५० दिन चलती है। यह मार्च के अन्तिम भाग से लेकर मई के आरभ तक चलती है।

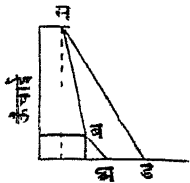
इसे द० पू० स्पेन मे लैवेचे (Leveche), लीबिया में गिबली (Gibli) तथा ट्यूनिस् मे 'चिली' (Chili) कहते हैं।

सिरौक्को के कारण बहुधा बनस्पति नष्ट हो जाती है। इससे फसलो को बडी हानि पहुँचती है विशेषकर पूर्ण विकसित अगूर और जैतून की लताओ को।

४ फौन तथा चिन्कू हवायें

(क) फौन वायु (The Fohn)

ये हवाये पहाडो के पिछले ढालो पर उतरती हैं जिससे सूखी और गरम होती हैं। उत्तरी आल्प्स की घाटियो मे ये विशेष उल्लेखनीय हैं। यही पर इनका यह नाम पडा। ये हवाये उस समय चलती हैं, जब आल्प्स के उत्तर की ओर चलनेवाला चक्रवात दक्षिण की वायु को अपनी ओर खींचता है। आकृष्ट वायु आल्प्स के दक्षिणी ढाल पर चढती है, ऊपर जाने पर बादल बनते हैं और अधिक ऊपर जाने पर वर्षा होती है। जब यह वायु उत्तरी ढाल पर पहुँचती है, उस समय तक उसकी आर्द्रता प्राय समाप्त हो जाती है। अतएव उत्तर की घाटियो मे जब यह वायु चलती है, तब बहुत गरम और सूखी होती है। इससे वायुमण्डल का तापक्रम १५° से २०° तक बढ जाता है। इसके कारण बर्फ पिघल जाती है और पेड पौधे मकान आदि अतिशय शुष्क हो जाते हैं।



अ ब स वक्र—आल्प्स पर्वत के दक्षिणी ढाल पर चढने वाली वायु के क्रमिक तापक्रम का द्योतक है।

स ड वक्र—आल्प्स पर्वत के उत्तरी ढाल पर उतरने वाली वायु के क्रमिक तापक्रम का द्योतक है।

उत्तरी स्विट्जरलैण्ड मे फौन वायु वसन्त ऋतु मे बारम्बार चलती है और जाडो की जमी हुई बर्फ को पिघलाने मे सहायक होती है। शरद काल मे इसकी आवृत्ति चित्र २७३—फौन (Frequency) वसन्त से कम किन्तु अन्य सभी ऋतुओं से वायु के उष्ण प्रभाव अधिक होती है। इस समय यह फसलो—विशेषकर अगूर की विवेचना के पकने मे सहायक होती है। फौन सामान्यत दक्षिणी वायु है।

(ख) चिन्कू (The Chinook)

कनाडा और संयुक्त राज्य अमरीका मे राँकी पर्वत के पूर्वी भाग पर चलने वाली फौन जैसी उष्ण एव शुष्क वायु को चिन्कू कहते हैं। फौन की तुलना मे चिन्कू का प्रभाव-क्षेत्र कही अधिक विस्तृत होता है। ये प्राय पूर्व की ओर चलनेवाले निम्नन के दक्षिणी भाग मे चलती हैं और इनकी दिशा प्राय दक्षिण-पश्चिम होती है। जाडो और वसन्त मे इन हवाओ की आवृत्ति बहुत होती है। राँकी पर्वत से नीचे उतरने के कारण ये हवाये गरम और सूखी हो जाती हैं, अतएव इनके चलने से वायुमण्डल का तापक्रम बढ जाता है। कभी-कभी १५ मिनट के अन्दर तापक्रम ३०° से ४०° तक बढ जाता है। इन हवाओ से जाडो की बर्फ पिघल जाती है, जिससे जानवर जाडो भर

चरागाहो मे चर सकते है। इस दृष्टि से इन हवाओ का आर्थिक महत्व भी है। फोन का शक्तिशाली होना अथवा बारम्बार चलना यह सूचना देता है कि जाडा मामूली होगा और जानवर चरागाहो मे जाडो भर चर सकेगे। दूसरी ओर फौन वायु की अनुपस्थिति अथवा अभाव का अर्थ यह होता है कि जाडा तीव्र होगा और जानवरो की क्षति होगी।

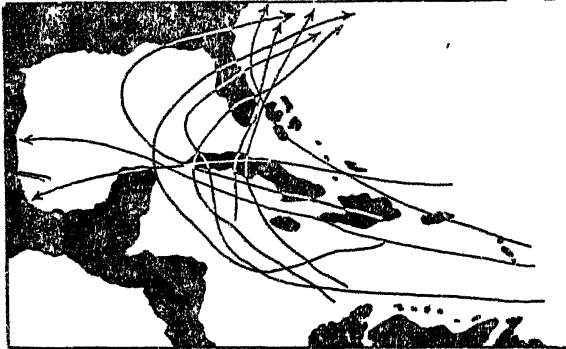
५ ब्लिज्जर्ड (Blizzard) और बुरान (Buran)

ब्लिज्जर्ड हिमकणो की भयानक आँधी है। ससार के कुछ भागो मे—जैसे अण्टार्कटिका, कैनाडा, साइबेरिया आदि मे—जाडो मे वृष्टि मुख्यत शुष्क एव सूक्ष्म हिमकणो के रूप मे होती है। हिमवृष्टि के अनन्तर जब तेज हवाये चलती है तब उनमे हिमकण (मुख्यत धरातल के और आशिक रूप से बादलो के) फँस जाते हैं जिससे धुंधली छा जाती है। ये हिमकण इतने सूक्ष्म होते है कि वे दरवाजो और खिडकियो को पतली दरारो मे प्रवेश कर जाते है। जो यात्री ब्लिज्जर्ड मे फँस जाते हैं, उनका दिशा ज्ञान नष्ट हो जाता है। अण्टार्कटिका के अडेलीलैण्ड (Adelie Land) मे ब्लिज्जर्ड बहुत आते है और इसी कारण उसे 'ब्लिज्जर्ड का गृह' (Home of the Blizzard) भी कहते है।

मध्य एशिया मे इस प्रकार की आँधी को बुरान (Buran) कहते है। ब्लिज्जर्ड के आने से जाडो मे तापक्रम, उत्क्रमण के कारण, अकस्मात वढ जाता है और गर्मियो मे घट जाता है।

६ हरोकेन, टाइफून टॉरनेडो एवं धूल का भूत

(क) हरीकेन (Hurricane)



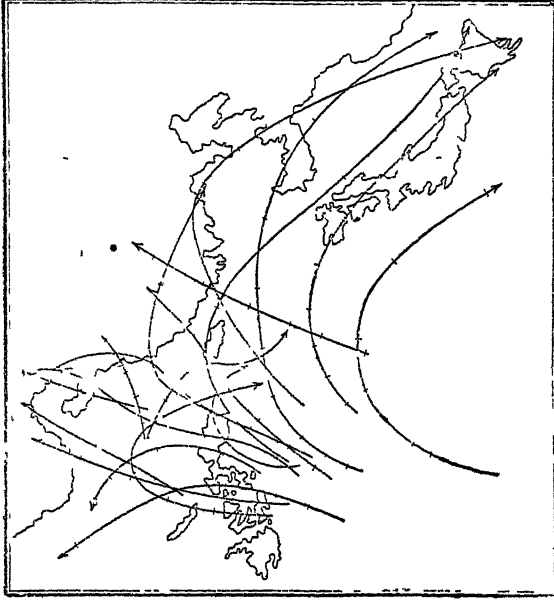
हरीकेन उस उष्ण प्रदेशीय चक्रवात (Tropical Cyclone) का नाम है, जो पश्चिमी द्वीप समूह और मैक्सिको की खाडी मे आया करता है। इसकी उत्पत्ति प्रायः पश्चिमी द्वीप समूह के पूर्व मे केप वर्डे द्वीपो

(Cape Verde Islands) के निकट होती है। यहाँ से वह पश्चिम की ओर चलता है। इसके पथ मे पडनेवाले द्वीपो को इससे कभी-कभी बहुत हानि होती है। आगे चलकर यह उत्तर-पूर्व की ओर मुड जाता है। हरीकेन से पश्चिमी द्वीपसमूह के अतिरिक्त सयुक्त राज्य अमरीका का खाडी तट तथा मध्य अमरीका का पूर्वी भाग भी प्रभावित होता है। सितम्बर और अक्टोबर के महीनो मे यह बहुत आता है।

(ख) टाइफून (Typhoon)

चीन सागर मे आनेवाले उष्णप्रदेशीय चक्रवातो को टाइफून (Typhoon)

कहते हैं। ये ग्रीष्म ऋतु के अन्त में और शरद के आरम्भ में बहुत आते हैं। फिलीपाइन द्वीपसमूह अनेक टाइफूनो के पथ में पडता है। दक्षिणी चीन के तटीय प्रदेश में भी टाइफून प्रभावशाली होते हैं। अन्य उष्णप्रदेशीय चक्रवातो की भाँति टाइफून में भी बलवती हवाये चलती हैं और घनघोर वृष्टि होती है। यद्यपि स्थल में



चित्र २७५—चीन के तट पर टाइफून के पथ

प्रवेश करते समय इनकी शक्ति काफी क्षीण हो जाती है, तथापि इनसे काफी विस्तृत क्षेत्र को हानि पहुँचती है। उदाहरण के लिए स्वातो (Swatow) के अगस्त सन् १९२२ ई० के टाइफून में केन्द्र के गुजरते ही वायु की दिशा में अकस्मात् परिवर्तन हुआ जिससे एक भयानक लहर अस्तित्व में आ गई। इस लहर से नगर भर में भयानक बाढ़ आ गई जिससे ५०,००० व्यक्ति काल के गाल में चले गये।

(ग) टॉरनैडो

टॉरनैडो भयानक भँवरदार आँधी है। इसका क्षेत्रफल अधिक नहीं होता। प्रायः इसका व्यास ३ मील के लगभग होता है। संयुक्त राज्य अमरीका में रॉकी पर्वत के पूर्व में—विशेषकर मिसिसिपी के मध्यवर्ती मैदान में—टॉरनैडो बहुत आते हैं। इनसे क्षति भी बहुत होती है। इनके केन्द्र में वायु का वेग २०० मील प्रति घण्टा से भी अधिक होता है। यही कारण है कि इस के केन्द्र में आ जाने से पेड़ उखड़ जाते हैं और मकान नष्ट-भ्रष्ट हो जाते हैं। यदि टॉरनैडो सागर या नदी के ऊपर से गुजरता है तो उनका पानी टोटी अथवा तुण्ड के रूप में ऊपर उठ जाता है इसे हम जल-तुण्ड (Water spout) कहते हैं। टॉरनैडो में घनगर्जन एवं घनघोर

वृष्टि भी होती है। ये वसन्त ऋतु में और ग्रीष्म ऋतु के आरम्भ में बहुत आते हैं और प्रायः सदैव दोपहर को ही आते हैं।

(घ) धूल का भूत (Dust Devil)

यह मरुस्थल में आनेवाली धूल की भँवर है। यह एक स्थानीय वृत्त (Local Phenomena) है, जिसमें धूल केन्द्र के चारों ओर चक्कर खाती है और इस प्रकार वह धरातल से तीन-चार हजार फुट ऊपर उठ जाती है। इसका आकार छोटा होता है अर्थात् इसका व्यास कुछ गज ही होता है। मरुस्थल में आतप के आधिक्य से सवाहन-प्रवाह के उत्पन्न हो जाने से इसकी सृष्टि होती है। धूल के भूत का वेग प्रति घण्टे ५ मील से लेकर १५ मील तक होता है और कभी-कभी ३० मील तक पाया गया है। आकार में छोटा होने के कारण इससे कोई विशेष हानि नहीं होती। वायुयान भी इससे प्रभावित नहीं होते।

७ हरमैटन एवं विलीविली

(क) हरमैटन (Harmattan)

यह वास्तव में उ० पू० व्यापारिक वायु का ही रूपान्तर है, जो जाड़े की शुष्क ऋतु में सहारा मरुस्थल के ऊपर से होकर गिनी की खाड़ी की ओर चलती है। यह वायु असाधारण रूप से सूखी होती है और शुष्क ऋतु के प्रभाव को बहुगुणित कर देती है। इस वायु के चलने से वनस्पति सूखकर नष्ट हो जाती है, बहुधा पौधों के तने फट जाते हैं। इसके कारण आपेक्षिक आर्द्रता १० प्रतिशत से भी कम हो जाती है। इसमें प्रायः सूक्ष्म धूल-कणों की मात्रा अधिक होती है, जिससे यह और भी कष्टदायक हो जाती है।

(ख) विलीविली (Willy Willy)

ये उष्ण-प्रादेशीय चक्रवात होते हैं, जो उत्तर-पश्चिमी आस्ट्रेलिया में ग्रीष्म ऋतु के अन्तिम भाग में चला करते हैं। इनकी उत्पत्ति टिमोर सागर (Timor Sea) में होती है। यहाँ से वे द० प० की ओर बढ़ते हैं, जिससे पियर (Pear) मछली के उद्योग को हानि पहुँचती है। तदनन्तर ये द० पू० की ओर मुड़ जाते हैं और तट में प्रवेश करते हैं। इनसे तटीय प्रदेश को बड़ी क्षति पहुँचती है और कभी-कभी घनघोर वृष्टि भी होती है। फिर ये ग्रेट आस्ट्रेलियन बाइट (Great Australian Bight) की ओर अग्रसर होते हैं। आन्तरिक भागों में विलीविली की शक्ति क्षीण हो जाती है और लोग उसका इसलिये स्वागत करते हैं, कि उससे वर्षा होती है।



चित्र २७६—विलीविली का पथ

८. नौरवैस्टर तथा लू

(क) नौरवैस्टर (Norwester)

(१) यह उत्तरी भारत के मैदानों में गर्मी की ऋतु (अप्रैल से जून) में आनेवाला बवण्डर (भीषण आंधी) है। इसके साथ प्रायः तड़ित, भयानक मेघ गर्जन, भारी वर्षा तथा हिमोपल वृष्टि होती है। बंगाल, आसाम तथा ब्रह्मा में अप्रैल से जून तक होनेवाली अधिकांश वर्षा नौरवैस्टरों के कारण ही होती है। आसाम में चाय के उद्यानों के लिये इसकी महत्ता बहुत अधिक है।

(२) यह न्यूजीलैंड की एक उष्ण तथा शुष्क वायु है। उत्पत्ति तथा लक्षणों में यह फौन (Fohn) के सदृश है। यह वायु न्यूजीलैंड की आल्प्स श्रेणी के ढाल के अनुरूप कैंटरबरी के मैदान में उतरती है।

(ख) लू

उत्तरी भारत के आन्तरिक भागों में गर्मी के दिनों में (प्रायः दोपहर में और कभी-कभी दोपहर से लेकर रात तक) भयानक गरम हवाये चला करती है। इन्हें 'लू' अथवा 'लपट' कहते हैं। प्रतिवर्ष सैकड़ों भारतीय इसी 'लू' के कारण काल कबलित होते हैं। सूर्य का प्रखर ताप ही 'लू' की उत्पत्ति के लिये उत्तरदायी है।

९. बाई-यू (Bai—U)

जापान में मध्य जून से मध्य जुलाई तक की अवधि में होनेवाली वर्षा को बाई-यू कहते हैं। यह वर्षा प्रायः निरन्तर होती है। इस वर्षा का कृषि के लिये बड़ा महत्व है, क्योंकि इसी समय पौधों के प्रतिरोपण के लिये खेत तैयार किये जाते हैं। बाई-यू जापानी भाषा का शब्द है जिसका अर्थ बेर की वर्षा है। यह उस समय होती है जब बेर पकने लगते हैं। यह बेर-वर्षा संभवतः निर्बल निम्ननी (Depressions) के कारण होती है, जो बाद में मानसून के प्रबल होने पर अस्पष्ट हो जाते हैं।

१०. डाक्टर (Doctor)

संसार के विभिन्न भागों में अनेक स्वास्थ्यकारी हवाओं को यह सम्झा दी गई है। कुछ भूभागों में ऋतु-सम्बन्धी दशाये अतिशय कष्टप्रद एवं अस्वास्थ्यकारी हैं। वहाँ इन हवाओं के कारण मौसम सम्बन्धी दशाये सम तथा रुचिकर हो जाती हैं। अन्य शब्दों में, इन क्षेत्रों में ये स्थानीय हवाये डाक्टर का कार्य करती हैं, अतएव इन्हें डाक्टर की सजा मिलना उचित ही है। पश्चिमी अफ्रीका की हरमेटन, जिसका पूर्व में उल्लेख हो चुका है, ऐसी ही हवा है। आस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट पर गर्मियों में समुद्र से आनेवाली जल समीर इसका दूसरा उदाहरण है।

१ बाई-यू के विशेष विवरण के लिये कृपया लेखक की रचना जापान की भौगोलिक भूमिका देखिये।

बयालीसवाँ परिच्छेद

सूर्यातपन

[INSOLATION]

१ परिभाषा

Insolation शब्द Incoming Solar Radiation (आगन्तुक सौर विकिरण) का संक्षिप्त रूप है।

किसी निश्चित समय में पृथ्वी के किसी निश्चित क्षेत्र में सूर्य से जो ताप प्राप्त होता है, उसे हम सूर्यातपन (Insolation) कहते हैं।

गणित द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि पृथ्वी को सूर्य से प्रति वर्ग सेंटीमीटर प्रति मिनट १९४ कैलोरी ताप मिलता है। ताप की यह मात्रा प्रायः सर्वत्र स्थिर है, अतएव इसे 'सौर्य-स्थिरांक' (Solar Constant) कहते हैं।

२ ताप का उद्गम

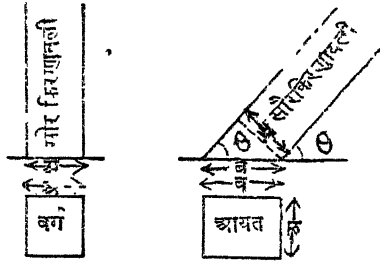
ताप का मूलत्रोत अथवा उद्गम सूर्य है। सूर्य का व्यास पृथ्वी की तुलना में सौ गुना से भी अधिक है और सौर-पृष्ठ का तापक्रम $१०,०००^{\circ}$ फ० से भी अधिक है। इसी से यह अनुमान लगाया जा सकता है कि ताप की कितनी प्रचुर मात्रा सूर्य से विकीर्ण होती होगी। पृथ्वी सूर्य से लगभग ९ करोड़ ३० लाख मील दूर है, जिससे वह सौर-ताप का केवल दो अरब वाँ भाग ग्रहण कर पाती है। सौर-ताप के इस न्यून अंश पर ही पृथ्वी के अधिकांश प्राकृतिक और प्रायः समस्त जीव-सम्बन्धी वृत्त (Phenomena) अवलम्बित हैं। इसके अतिरिक्त जलवायु को जितनी बातें प्रभावित करती हैं, उनमें यह सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण है।

यह आगणन किया गया है, कि पृथ्वी को सूर्य से जो ताप मिलता है, उसका ३७ प्रतिशत भाग मेघों और वायुमण्डल के धूलि-कणों से परावर्तित (Reflect) हो जाता है, ६ प्रतिशत भाग वायुमण्डल की गैसें सोख लेती हैं और केवल ५७ प्रतिशत भूपृष्ठ तक पहुँचता है।

३ सूर्यातपन (Insolation) को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

निम्नलिखित प्रतिकारक सूर्यातपन (Insolation) की मात्रा को प्रभावित करते हैं —

(१) सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण—तिरछी किरणावली (Pen-
cil of rays) लम्बवत् किरणों की अपेक्षा अधिक क्षेत्र को प्रभावित करती है।
अतएव कोई भी ऐसा स्थान जहाँ सूर्य ठीक सिर के ऊपर चमकता है, अपने उत्तर
और दक्षिण के स्थानों की अपेक्षा अधिक तप्त होता है। निम्नांकित विवेचना
से यह कथन स्पष्ट होगा —



चित्र २७७—सूर्यातपन की मात्रा पर सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण का प्रभाव

दशा १ में

$$\text{प्रभावित क्षेत्र} = अ \times अ$$

$$= अ^२$$

$$= अ^२ \times १$$

$$= अ^२ \times \frac{१}{\text{ज्या } ९०^{\circ}}$$

(क्योंकि ज्या $९०^{\circ} = १$)

दशा २ में

$$\text{प्रभावित क्षेत्र} = अ \times ब$$

$$= अ ब$$

$$\frac{अ}{ब} = \text{ज्या } \theta \text{ (जहाँ } \theta = \text{सूर्य की}$$

किरणों द्वारा निर्मित कोण

अथवा $अ = ब \text{ ज्या } \theta$

$$\text{अथवा } ब = \frac{अ}{\text{ज्या } \theta}$$

$$अ ब = अ \frac{अ}{\text{ज्या } \theta}$$

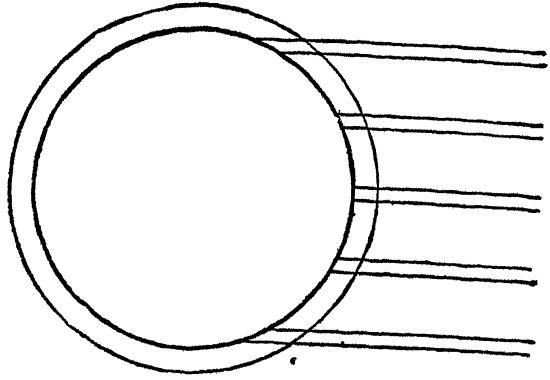
$$= \frac{अ^२}{\text{ज्या } \theta}$$

$$= अ^२ \frac{१}{\text{ज्या } \theta}$$

उपर्युक्त दोनों दशाओं में सूर्यातपन द्वारा प्रभावित क्षेत्र $\frac{१}{\text{ज्या } \theta}$ का अनुक्रम

नुपाती (Directly Proportional) है। यह तो स्पष्ट ही है कि यदि किरणावाली का ताप अपेक्षाकृत कम क्षेत्रफल में फैलता है, तो प्रत्येक इकाई क्षेत्रफल को अधिक ताप मिलता है अथवा सूर्यातपन अधिक होता है। दूसरी ओर, यदि क्षेत्रफल अधिक होता है तो प्रति इकाई-क्षेत्रफल को कम ताप मिलता है अथवा सूर्यातपन की मात्रा कम होती है, क्योंकि किरणावाली के ताप की मात्रा तो उतनी ही रहती है। अन्य शब्दों में, क्षेत्रफल और सूर्यातपन परस्पर उत्क्रमानुपाती (Inversely Proportional) है। अतएव, किसी स्थान पर प्राप्त होने वाला सूर्यातपन ज्या θ अथवा सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण के ज्या (Sine) के अनुरूप होता है।

(२) वायुमण्डल की मोटाई—जैसा कि चित्र २७८ से स्पष्ट होगा लम्बवत् किरणों की अपेक्षा तिरछी किरणों को वायुमण्डल में अधिक दूरी तय करनी पड़ती है। वायुमण्डल के निम्नतम स्तर अर्थात् परिवर्तमण्डल (Troposphere) में बहुत सी ऐसी गैसें रहती हैं, जो ताप का शोषण कर लेती हैं। इस प्रकार की गैसों में जलवाष्प (Water Vapour) तथा कार्बन डाइ-ऑक्साइड विशेष उल्लेखनीय हैं। अतएव जब सौर किरणों को



परिवर्तमण्डल में अधिक चित्र २७८—सूर्यातपन की मात्रा पर वायुमण्डल की मोटाई का प्रभाव

लम्बा मार्ग तय करना पड़ता है, तब उनके ताप का कुछ अंश उपर्युक्त गैसों के कारण लुप्त हो जाता है और घरातल को लम्बवत् दिशा के क्षेत्र की अपेक्षा कम ताप मिलता है। अन्य शब्दों में सूर्य की किरणें जितनी तिरछी होती जायँगी, सूर्यातपन (Insolation) उतना ही कम होगा।

(३) दिन और रात की अवधि—दिन में पृथ्वी सौर-विकिरण को ग्रहण करती है और रात में जब वह ठण्डी होती है तब उससे ताप विकीर्ण (Radiate) होता है। अतएव उन स्थानों में जहाँ रात की अपेक्षा दिन बड़ा होता है, सूर्यातपन उन स्थानों से अधिक होता है, जहाँ दिन की अपेक्षा रात बड़ी होती है।

(४) जल और स्थल का वितरण—जल और स्थल दोनों में ताप को ग्रहण करने की क्षमता समान नहीं है। यदि दोनों को समान ताप पहुँचाया जाता है, तो जल की अपेक्षा स्थल अधिक गरम हो जाता है। अतएव सूर्यातपन पर महाद्वीपों और महासागरों के वितरण का प्रभाव पड़ता है।

जल की अपेक्षा स्थल के अधिक गरम अथवा ठण्डे होने के निम्नलिखित कारण हैं —

(१) द्रव जल का आपेक्षिक ताप ठोस पृथ्वी से कहीं अधिक है। एक घन फुट रेत को १° फ० गरम करने के लिये जितना ताप लगता है, उससे दुगुना ताप इसी आयतन के पानी को इतना ही गरम करने के लिये आवश्यक है।

(२) स्थल की अपेक्षा जल में सूर्य की किरणें अधिक गहराई तक प्रवेश कर जाती हैं। स्थल में तीन फुट के नीचे तापक्रम के दैनिक परिवर्तन का अनुभव नहीं होता, किन्तु जल में उसे ६० फुट की गहराई तक अनुभव किया जा सकता है।

(३) जल अस्थिर है। जब उसका एक भाग गरम हो जाता है, तब वह दूसरे स्थान को बह जाता है। इसके विपरीत स्थल स्थिर है, वह एक ही स्थान पर स्थित रहता है, अतएव उसका सीमित क्षेत्र ही सौर-ताप को ग्रहण करता है।

(४) सूर्य से जो ताप जल को मिलता है, उसका कुछ भाग भाप के बनने में नष्ट हो जाता है। स्थल में भाप नहीं बनती, अतएव स्थल को सूर्य से जितना भी ताप मिलता है, वह सब उसके तापक्रम के बढ़ाने के काम आता है।

(५) जल-पृष्ठ पर सौर-ताप का परावर्तन (Reflection) स्थल की अपेक्षा अधिक होता है। अन्य शब्दों में, स्थल की अपेक्षा जल कम ताप को ग्रहण करता है।

(६) वाष्पीकरण की क्रिया के कारण महासागरों के ऊपर बदली छायी रहती है। जलवाष्प और मेघों का यह आवरण सूर्य और पृथ्वी दोनों के विकिरण में बाधक होता है। यहाँ पर यह उल्लेखनीय है, कि पृथ्वी के विकिरण की तुलना में सौर-विकिरण कहीं अधिक महत्वपूर्ण है।

(५) धरातल का वर्ण—सूर्यातिपन पर धरातल के रंग का भी प्रभाव पड़ता है। उदाहरण के लिए काले रंग की मिट्टी और चट्टानें हल्के रंग की भूमि की अपेक्षा अधिक ताप ग्रहण करती हैं।

(६) सौर कलकों (Sunspots) की संख्या—किन्हीं अंशों में सौर-विकिरण सूर्य के धब्बों (Sun-spots) की संख्या पर भी निर्भर है। जब इन धब्बों की संख्या अधिक होती है, तब सौर-विकिरण अधिक होता है और जब इनकी संख्या कम होती है, तब सौर-विकिरण भी कम होता है।

(७) पृथ्वी से सूर्य की दूरी—सूर्यातिपन की मात्रा सूर्य से पृथ्वी की दूरी पर भी अवलम्बित है। सूर्य से पृथ्वी की दूरी सदा एक सी नहीं रहती। उसमें अन्तर होते रहते हैं। रवि-नीच^१ (Peri-helion) की अपेक्षा रवि-ऊँच^२ (Aphelion) की दशा में सूर्य से पृथ्वी की दूरी अधिक होती है। अतएव दूसरी दशा में सूर्यातिपन प्रथम दशा की अपेक्षा ६६ प्रतिशत अधिक



चित्र २७९—रवि-नीच और रवि-ऊँच होता है।

४. सूर्यातिपन का वितरण

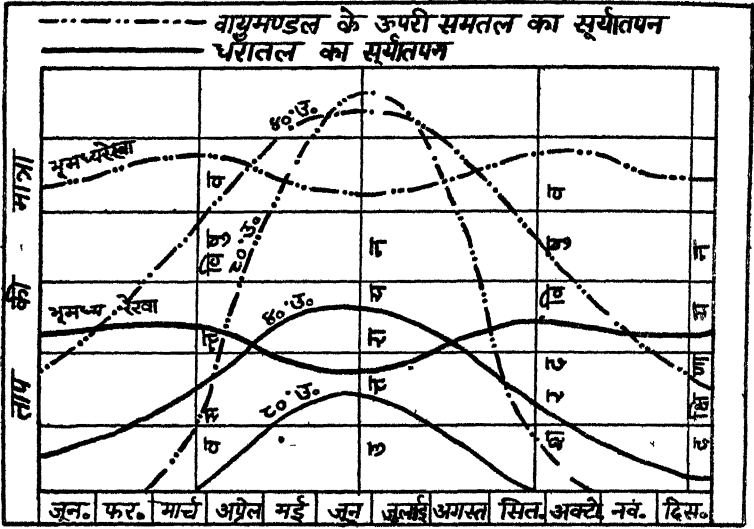
(१) वार्षिक वितरण

सूर्यातिपन के वार्षिक वितरण की दृष्टि से ससार को तीन भागों में बाँटा जा सकता है —

1 Peri helion (Peri-Near, Helios-Sun) इसमें सूर्य से पृथ्वी की दूरी लगभग ९१५ करोड़ मील होती है।

2 Aphelion (Apo-Away, Helios-Sun) इसमें सूर्य से पृथ्वी की दूरी लगभग ९४५ करोड़ मील होती है।

(क) विषुवत रेखा का प्रदेश—इसका विस्तार 20° उ० से लेकर 20° द० तक है। इसमें दो महत्तम बिन्दु (Maxima) और दो लघुतम बिन्दु (Minima) होते हैं, अर्थात् इस क्षेत्र में सूर्यातिपन वर्ष में दो बार उच्चतम हो जाता है—और दो बार निम्नतम। इस प्रदेश में सूर्यातिपन शून्य कभी नहीं होता।



चित्र २८०—सूर्यातिपन का वितरण

(ख) मध्य अक्षांश का प्रदेश—इसका विस्तार 20° से लेकर $66\frac{1}{2}^{\circ}$ अक्षांश तक है। इसमें एक महत्तम बिन्दु होता है और एक लघुतम बिन्दु अर्थात् इस क्षेत्र में सूर्यातिपन वर्ष में एक बार उच्चतम हो जाता है और एक बार निम्नतम। विषुवतीय प्रदेश की भाँति इसमें भी सूर्यातिपन कभी शून्य नहीं होता।

(ग) ध्रुवीय प्रदेश—यह क्षेत्र आर्कटिक वृत्त के उत्तर में तथा अण्टार्कटिक वृत्त के दक्षिण में विद्यमान है। इसमें सूर्यातिपन वर्ष में एक बार उच्चतम हो जाता है। वर्ष के कुछ भाग में सूर्य का प्रकाश यहाँ नहीं पहुँचता। अतएव उस समय इस क्षेत्र को ताप बिल्कुल नहीं मिलता। अन्य शब्दों में वर्ष के भाग विशेष में इस क्षेत्र में सूर्यातिपन शून्य पर पहुँच जाता है।

चित्र २८० में सूर्यातिपन का वार्षिक वितरण प्रदर्शित किया गया है।

(२) देशांतर के अनुरूप सूर्यातिपन का वितरण

वार्षिक औसत के विचार से तथा दो विशेष दिन—वसन्त और शरद विषुवों (Spring and autumn equinoxes) को—सूर्यातिपन विषुवत रेखा पर सबसे

वसन्त विषुव (Spring equinox) अर्थात् २१ मार्च।
शरद विषुव (Autumn equinox) अर्थात् २३ सितम्बर
इन दोनों दिन मध्याह्न में विषुवत-रेखा पर सूर्य की किरणें बिल्कुल लम्बवत् पड़ती हैं।

अधिक होता है और ध्रुवों की ओर क्रमशः घटता जाता है। अग्रलिखित दो प्रतिकारकों के अनुसार महत्तम सूर्यातपन की पटी विषुवत रेखा के उत्तर और दक्षिण में खिसकती रहती है —

(१) सूर्य की किरणों द्वारा निर्मित कोण—सूर्य की किरणों लम्बवत् दिशा के जितनी निकट होगी सूर्यातपन उतना ही अधिक होगा।

(२) दिन की अवधि—दिन जितना ही लम्बा होगा, सूर्यातपन भी उतना ही अधिक होगा।

५ वायुमंडल का ताप सन्तुलन

(Heat Balance of the Atmosphere)

पृथ्वी का औसत तापक्रम सदैव एकसा रहता है, न वह बढ़ता है और न वह घटता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है, कि पृथ्वी सूर्य से जितना ताप ग्रहण करती है, उतना ही ताप वह विकिरण द्वारा खो देती है। यद्यपि यह सन्तुलन सम्पूर्ण पृथ्वी के लिए ठीक है, तथापि इसे किसी विशेष अक्षांश पर लागू नहीं किया जा सकता। ३७° अक्षांश के नीचे आगन्तुक सौर विकिरण पृथ्वी द्वारा निकलने वाले ताप की अपेक्षा अधिक होता है। दूसरी ओर ३७° अक्षांश के ऊपर सूर्यातपन पृथ्वी के विकिरण से कम होता है। इस कथन के अनुसार विषुवतीय प्रदेश का तापक्रम निरन्तर बढ़ना चाहिये और ध्रुवीय प्रदेशों का तापक्रम निरन्तर घटना चाहिये किन्तु यह वास्तविकता नहीं है। प्रकृति का यह सिद्धान्त है कि ताप अधिक तापक्रम से कम तापक्रम की ओर प्रवाहित होता है। यह सिद्धान्त यहाँ भी लगता है। हवाओं के चलने का कारण यही सिद्धान्त है। वास्तव में विभिन्न अक्षांशों पर सूर्यातपन के असमान वितरण के कारण वायुमण्डल की अनेक प्रक्रियाएँ और ऋतु-परिवर्तन होते हैं।

तैंतालीसवाँ परिच्छेद
तापक्रम का क्षैतिज वितरण
 [HORIZONTAL DISTRIBUTION OF
 TEMPERATURE]

१ तापक्रम क्या है ?

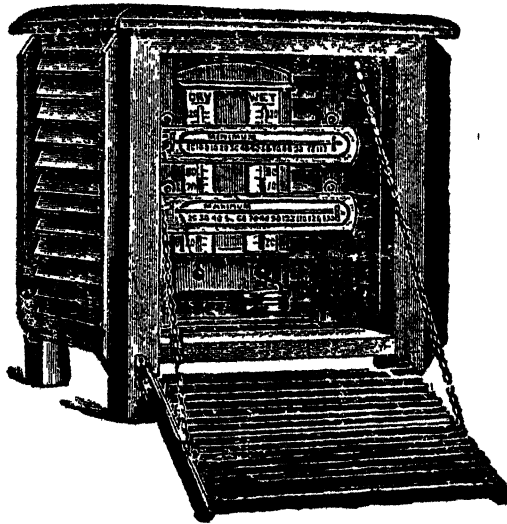
जो स्थान जितना ही उष्ण होता है, उसका तापक्रम उतना ही अधिक होता है। इसी प्रकार जो स्थान जितना शीतल होता है, उसका तापक्रम उतना ही कम होता है। अतएव तापक्रम का अर्थ है उष्णता अथवा शीतलता की मात्रा। किसी स्थान का तापक्रम वहाँ के धरातल के निकट की वायु का तापक्रम है।

२ तापक्रम मापन

किसी स्थान के तापक्रम को ज्ञात करने के लिये प्राय दो रीतियाँ अपनाई जाती हैं —

१ स्टेवेन्सन की स्क्रीन

तापक्रम का यथार्थ मूल्य ज्ञात करने के लिये स्टेवेन्सन की स्क्रीन (Stevenson's Screen) का उपयोग किया जाता है। नीचे चित्र में वह प्रदर्शित की



चित्र २८१—स्टेवेन्सन की स्क्रीन

गई है। यह लकड़ी की आयताकार सन्दूक जैसी होती है, जो तीन चार फुट ऊँचे चार पायों पर रखी रहती है। धूप के प्रभाव को बचाने के लिये इसकी छत दोहरी होती है। दोनों छतों के बीच में वायु रहती है। इसकी दीवारों में रेल की खिंडकी की तरह तिरछी दरारें रहती हैं, जिनमें होकर वायु सुगमता से आ जा सकती है, किन्तु सूर्य

की किरणों से रक्षा हो जाती है। पृथ्वी के विकिरण के प्रभाव को रोकने के लिये इसका फर्श भी दोहरा होता है। थर्मामीटर को लटकाने के लिये इसके अन्दर एक लकड़ी का फ्रेम होता है। इसके अन्दर थर्मामीटर स्थापित करते समय यह ध्यान रखा जाता है, कि उसका बल्ब यथासंभव छत, फर्श, और किनारे की दीवारों के बीच-बीच हो।

२ हवा में झुलाया जानेवाला थर्मामीटर

तापक्रम-निर्धारण के लिये प्रायः हवा में झुलाया जानेवाला थर्मामीटर अथवा भ्राम्य तापमापक (Sling Thermometer) काम में लाया जाता है। इसमें एक बड़ी सुविधा यह होती है, कि इसे सरलता से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाया जा सकता है। इसके विपरीत स्टेवेंसन की स्क्रीन बहुत भारी होती है और उसके ले जाने में कठिनाई होती है।

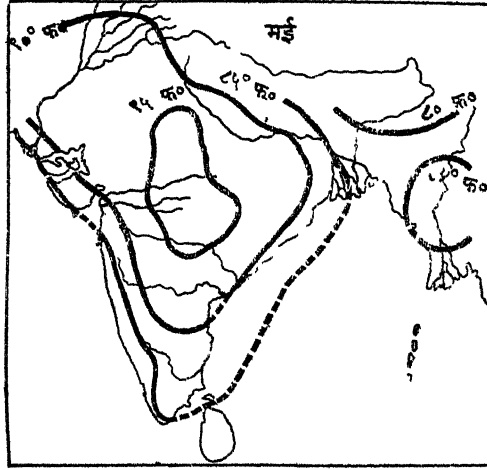
यह एक सामान्य थर्मामीटर होता है, जिसके ऊपरी सिरे पर डोरा बंधा रहता है। इस डोरे की सहायता से थर्मामीटर को मन्द वेग से खुली हवा में झुलाया जाता है। झूलते समय थर्मामीटर वायु के नवीन कणों के सस्पर्श में आता है और उनके तापक्रम को ग्रहण कर लेता है। अतएव, धूप होते हुए भी यह थर्मामीटर वायु के तापक्रम को प्राप्त कर लेता है। यदि धूप तेज हो, तो झूलते हुए थर्मामीटर के ऊपर छाता खोल देना चाहिये।

३. समताप रेखायें (Isotherms)

भूपृष्ठ पर ताप के वितरण को हम समताप रेखाओं द्वारा प्रदर्शित करते हैं। समताप रेखा वह कल्पित रेखा है, जो उन स्थानों को मिला देने से बन जाती है जहाँ के सागर-समतल का तापक्रम समान हो। इस परिभाषा से स्पष्ट है कि समताप रेखायें बनाने के पूर्व हम प्रत्येक स्थान पर सागर समतल का तापक्रम ज्ञात करते हैं। इसका कारण यह है कि तापक्रम ऊँचाई के अनुसार बदलता रहता है, यदि हम सागर समतल का तापक्रम न लें तो विषुवत् रेखा पर स्थित हिमाच्छादित पहाड़ की चोटी और आर्कटिक वृत्त से एक ही समताप रेखा गुजरेगी, जिससे बड़ी भ्रान्ति होगी। उसे देखकर तो यही ज्ञान होगा कि भूमध्यरेखा और आर्कटिक वृत्त का तापक्रम एकसा है। इस गलत धारणा के निवारण के लिये ऊँचाई का विचार आवश्यक है। अतएव समताप रेखा खींचने के लिये हम प्रत्येक स्थान के तापक्रम का सागर समतल पर मूल्य ज्ञात करते हैं। इसके अतिरिक्त एक बात और भी है। मान लीजिये समताप रेखा बनाने के लिये हमें नैनीताल का तापक्रम लेना है। नैनीताल समतल नहीं है और उसके प्रत्येक स्थान की ऊँचाई भिन्न है। तब हमारे समक्ष यह प्रश्न उठता है कि हम आखिर किस स्थान का तापक्रम लें। यदि प्रत्येक व्यक्ति अपनी-अपनी इच्छा के अनुसार स्थान चुनने लगे, तब तो बड़ी गड़बड़ी मच जाय। इसे दूर करने के लिये भी तापक्रम का सागर समतल पर मूल्य ज्ञात करना आवश्यक है। नैनीताल में कितने भी ऊँचे नीचे स्थान क्यों न हो किन्तु सागर समतल पर प्रत्येक का तापक्रम एक ही होगा।

सामान्यतः धरातल से प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम १° फ० घट जाता है। उदाहरण के लिये यदि किसी स्थान पर धरातल का तापक्रम ७०° फ० हो तो ९६० फुट की ऊँचाई पर उसका तापक्रम ६७° फ० होगा। समताप रेखायें खींचने के पूर्व हम प्रत्येक स्थान का सागर समतल का तापक्रम इसी नियम के अनुसार निर्धारित कर लेते हैं।

चित्र २८२ में समताप रेखाओं द्वारा भारतवर्ष का मई का औसत तापक्रम प्रदर्शित किया गया है।



चित्र २८२—भारतवर्ष की मई की समताप रेखाये

४. किसी स्थान के तापक्रम को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

किसी स्थान का तापक्रम निम्नलिखित प्रतिकारको पर निर्भर है —

- (१) अक्षांश
- (२) ऊँचाई
- (३) धरातल के ढाल की दिशा
- (४) प्रवाहित होनेवाली हवाये
- (५) समुद्र से दूरी
- (६) समुद्र की धाराये
- (७) मेघ एव वर्षा

(१) अक्षांश

साधारणतः भूमध्य रेखा के निकट तापक्रम सबसे अधिक होता है और जैसे-जैसे हम ध्रुवों की ओर जाते हैं तापक्रम क्रमशः घटता जाता है। इसका कारण यह है, कि भूमध्य रेखा के निकट सूर्य की किरणें सीधी पड़ती हैं और ध्रुवों की ओर वे अधिकाधिक तिरछी होती चली जाती हैं। जैसा कि चित्र २७८ से स्पष्ट होगा, लम्बवत् किरणावली की अपेक्षा तिरछी किरणावली धरातल के अधिक क्षेत्र को प्रभावित करती है, जिससे प्रति इकाई क्षेत्रफल को अपेक्षाकृत कम ताप मिलता है। इसके अतिरिक्त लम्बवत् किरणावली की अपेक्षा तिरछी किरणावली परिवर्तमण्डल (Troposphere) में अधिक लम्बे पथ से गुजरती है जिससे उसके ताप की अधिक मात्रा को वहाँ की गैसें सोख लेती हैं।

(२) ऊँचाई

यद्यपि ताप का मुख्य उद्गम सूर्य है, तथापि वह वायुमण्डल को सीधे (Directly) गरम नहीं करता। पहले वह विकिरण (Radiation) द्वारा पृथ्वी को गरम करता है। जब भूपृष्ठ गरम हो जाता है, तब वह संचालन द्वारा वायुमण्डल के निम्नतम स्तर को गरम करता है। इस प्रकार ताप क्रमशः नीचे से ऊपर की ओर प्रवाहित होता है। यही कारण है, कि सागर समतल पर ऊँचे स्थानों की अपेक्षा तापमान अधिक होता है और ज्यों-ज्यों ऊँचाई बढ़ती जाती है तापक्रम घटता जाता है। सामान्यतः धरातल के निकट प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम 1° फ० कम हो जाता है। ऊँचाई के साथ तापक्रम के घटने का एक कारण यह भी है कि ऊपर के दबाव के कारण नीचे की हवा ऊपर की हवा से अधिक घनी होती है, जिससे उसमें ताप को ग्रहण करने की अधिक क्षमता होती है।

(३) धरातल के ढाल की दिशा

तापक्रम पर धरातल के ढाल की दिशा का भी प्रभाव पड़ता है। यह कथन चित्र २८७ से स्पष्ट होगा। इस चित्र में ढाल पर स्थित दो स्थान प्रदर्शित किये गये हैं। एक स्थान का ढाल सूर्य के सम्मुख है और दूसरे स्थान का ढाल सूर्य के विमुख है। चित्र से यह बात स्पष्ट होगी कि समान किरणावली से आनेवाला ताप पहले स्थान की अपेक्षा दूसरे स्थान पर अधिक क्षेत्रफल को प्रभावित करेगा जिससे सम्मुख ढाल की अपेक्षा विमुख ढाल वाले स्थान का तापक्रम कम होगा।

ढाल का प्रभाव हवाओं पर भी पड़ता है और हवायें तापक्रम को प्रभावित करती हैं। इस प्रकार भी परोक्ष रूप से ढाल तापक्रम को प्रभावित करता है। उदाहरण के लिये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण की ओर मुखवाले ढाल उत्तर की ठण्डी हवाओं से उन्मुक्त रहते हैं जिससे उनका तापक्रम उतना कम नहीं हो पाता जितना कि वह अन्यथा होता।

(४) प्रवाहित होने वाली हवायें

प्रवाहित होने वाली हवाओं का प्रभाव उस स्थान के तापक्रम पर निर्भर करता है, जहाँ से हवायें आती हैं। समुद्र से आनेवाली वायु तापमान को सम बनाती है अर्थात् गर्मी के तापक्रम को घटाती है और जाड़ों के तापक्रम को बढ़ाती है। इसके विपरीत स्थल से आनेवाली हवा गर्मी के तापक्रम को बढ़ाती है और जाड़ों के तापक्रम को घटाती है। इसके अतिरिक्त ठण्डे प्रदेशों से आनेवाली हवायें तापक्रम को घटाती हैं और उष्ण प्रदेशों से आने वाली हवायें तापमान को बढ़ाती हैं।

(५) समुद्र से दूरी

स्थल की अपेक्षा जल गरम भी देर से होता है और ठण्डा भी। गर्मी की ऋतु में समुद्र स्थल की अपेक्षा ठण्डा रहता है अतएव समुद्र से चलनेवाली पवन स्थल के तापक्रम को घटा देती है। जाड़ों में समुद्र स्थल की अपेक्षा गरम रहता है, अतएव समुद्र से चलनेवाली पवन स्थल का तापक्रम बढ़ा देती है। अन्य शब्दों में समुद्र से चलने वाली पवन अथवा समीर (Sea-breeze) तापक्रम को सम बनाती है। यह जलसमीर केवल समुद्रतट के प्रदेशों तक ही सीमित रहती है, यही कारण है, कि समुद्र

के निकट जलवायु सम होती है। इसके विपरीत समुद्र से दूर स्थित प्रदेशों में परम (Extreme) जलवायु पाई जाती है।

(६) समुद्र की धारायें

धारायें स्वयं तटों के जलवायु को प्रभावित नहीं करती वरन् उनके ऊपर चलने-वाली हवाओं का प्रभाव तट पर पड़ता है। यदि वायु की दिशा समुद्र से स्थल की ओर हुई तो—गरम धारा तापक्रम को बढ़ा देगी और ठण्डी धारा तापक्रम को घटा देगी। यदि वायु की दिशा स्थल से समुद्र की ओर हुई तो धारा का तट पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है। उदाहरण के लिए संयुक्त राज्य अमरीका के पूर्वी तट पर धाराएँ गर्मियों में समुद्र से स्थल की ओर चलती हैं, अतएव गल्फ स्ट्रीम से तटीय प्रदेश का तापमान बढ़ जाता है किन्तु जाड़ों में हवाएँ स्थल से समुद्र की ओर चलती हैं अतएव इस ऋतु में गल्फ स्ट्रीम का अमरीका के पूर्वी तटपर विशेष प्रभाव नहीं पड़ता। इसी प्रकार कनाडा के पूर्वी-तट पर लैब्रेडोर की धारा का जाड़ों में विशेष प्रभाव नहीं पड़ता, क्योंकि उस समय हवायें स्थल से समुद्र की ओर चलती हैं, किन्तु गर्मियों में यह पूर्वी कनाडा के तापक्रम को बहुत घटा देती है, क्योंकि उस समय समुद्र से स्थल की ओर हवायें चलती हैं।

(७) मेघ एवं वर्षा

ऐसे प्रदेशों में जिनमें वर्षा अधिक होती है और आकाश में प्रायः बादल छाये रहते हैं, उन स्थानों की तुलना में जहाँ आकाश खुला रहता है, तापक्रम कम होता है क्योंकि जल-वाष्प का स्तर सूर्य की किरणों के मार्ग में बाधक होता है। यही कारण है कि विषुवतीय प्रदेश का औसत तापक्रम जहाँ वर्ष भर बादल छाये रहते हैं और वर्षा होती है, कर्क और अयन रेखा के प्रदेशों से कम है।

५ भूपृष्ठ पर तापक्रम का सामान्य वितरण

(१) औसत वार्षिक समताप रेखायें (Mean Annual Isotherms)

औसत वार्षिक समताप रेखाएँ अक्षांश रेखाओं के प्रायः समानन्तर होती हैं अर्थात् उनकी दिशा पूर्व-पश्चिम होती है। इसका कारण यह है कि तापक्रम सूर्यातिपन (Insolation) पर निर्भर है और सूर्यातिपन की मात्रा अक्षांश रेखाओं के अनुसार होती है।

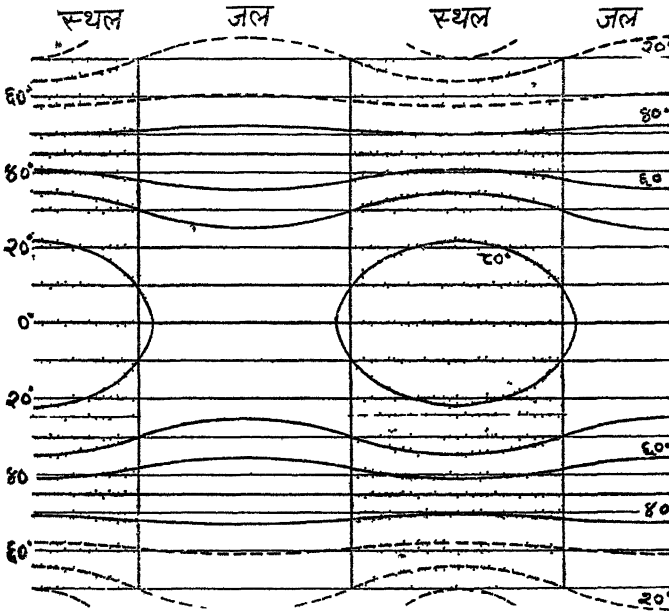
(२) जल और स्थल के वितरण का प्रभाव

जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है समान ताप से जल की अपेक्षा स्थल अधिक गरम हो जाता है। यही कारण है कि विषुवत रेखा के निकट स्थल पर समताप रेखायें ध्रुवों की ओर झुक जाती हैं और जल पर विषुवत रेखा की ओर। दूसरी ओर जल की अपेक्षा स्थल ठंडा भी जल्दी होता है। इस कारण ध्रुवों के निकट समताप रेखायें विषुवतीय क्षेत्र के विपरीत दिशा में झुक जाती हैं। अन्य शब्दों में ध्रुवीय प्रदेश में स्थल पर समताप रेखायें विषुवत रेखा की ओर झुक जाती हैं और जल पर ध्रुवों की ओर।

ध्रुवीय और विषुवतीय प्रदेशों के मध्य में किसी अक्षांश पर स्थल और जल का तापक्रम प्रायः एकसा होगा और वहाँ पर समताप रेखाएँ लगभग सीधी होंगी।

(३) हवाओं का प्रभाव

हवाएँ भी तापक्रम के वितरण को प्रभावित करती हैं। २७वें प्रकरण में यह स्पष्ट किया गया है कि जिस तट से हवाएँ चलती हैं, उसका तापक्रम घट जाता



चित्र २८३—तापक्रम के क्षैतिज वितरण पर जल और स्थल का प्रभाव

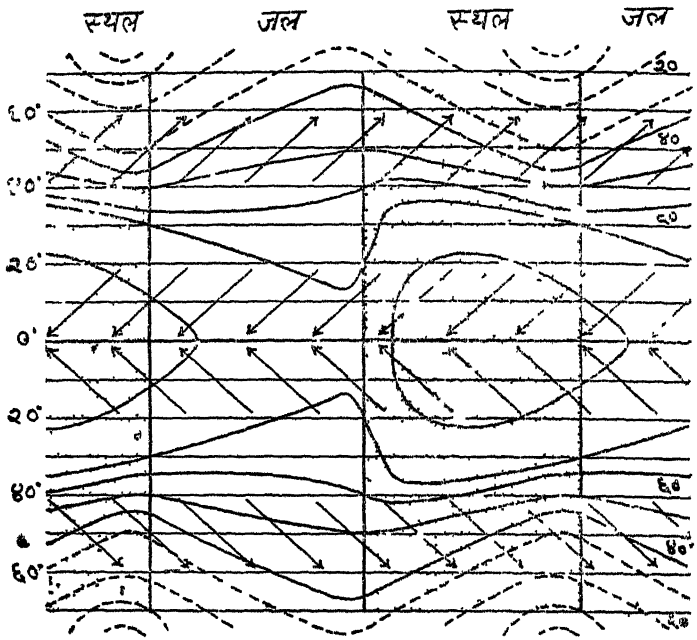
है और जिस तट की ओर वे जाती हैं उसका तापक्रम बढ़ जाता है। हवाओं का प्रभाव इसी सिद्धान्त के अनुसार होता है।

४०° उ० अक्षांश के उत्तर में तथा ४०° द० अक्षांश के दक्षिण में पछुवा हवाएँ चलती हैं। इनका प्रभाव यह पड़ता है कि महाद्वीपों के पश्चिमी तट का तापक्रम बढ़ जाता है और पूर्वी तट का तापक्रम घट जाता है। अतएव चित्र २८३ में हवाओं का प्रभाव प्रदर्शित करने के लिए हमें चाहिए कि पछुवा हवा के क्षेत्र में समताप रेखाओं को पूर्वी तट पर विषुवत रेखा की ओर खिसका दें और पश्चिमी तट पर ध्रुवों की ओर।

कर्क और अयन रेखाओं के बीच में व्यापारिक हवाएँ चलती हैं। इनकी दिशा प्रायः पूर्व से पश्चिम है अतएव इनका प्रभाव यह पड़ता है कि महाद्वीपों के पूर्वी किनारों का तापक्रम बढ़ जाता है और पश्चिमी किनारों का तापक्रम घट जाता है। अतएव चित्र २८३ में हवाओं के प्रभाव को प्रदर्शित करने के लिये हमें चाहिये कि समताप रेखाओं

को पूर्वतिट पर ध्रुवों की ओर खिसका दे और पश्चिमी तट पर विषुवत रेखा की ओर।

(४) ऋतुओं के अनुसार परिवर्तन

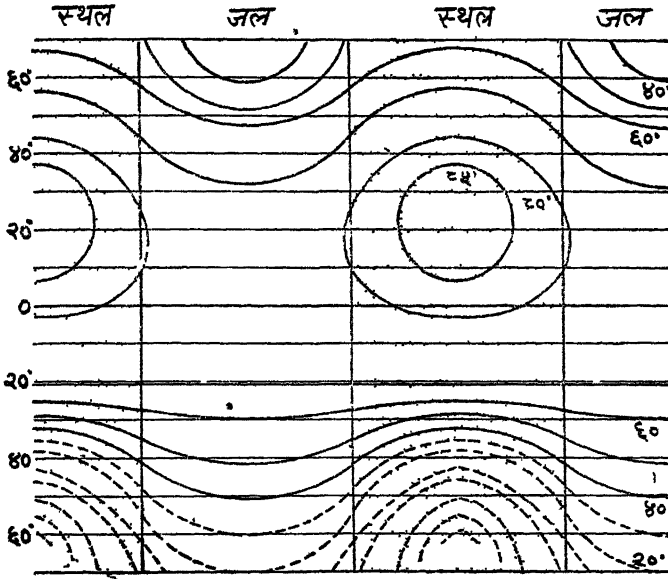


चित्र २८४—समताप रेखाओं की आकृति पर हवाओं का प्रभाव

चित्र २८४ में समताप रेखाएँ तापक्रम का वार्षिक औसत प्रदर्शित करती हैं। तापक्रम के मासिक औसत की भी समताप-रेखाएँ बनाई जा सकती हैं, किन्तु वे वार्षिक औसत से भिन्न होंगी। उत्तरी गोलार्द्ध में जुलाई प्रायः सबसे गरम महीना होता है और जनवरी सबसे ठण्डा, अतएव जुलाई की समतापरेखाएँ ग्रीष्म ऋतु का प्रतिनिधित्व कर सकती हैं और जनवरी की समताप रेखाएँ जाड़ों का।

(क) जुलाई की समताप रेखाएँ

चित्र २८४ में 45° उ० अक्षांश के उत्तर में स्थल जल की अपेक्षा ठण्डा है, किन्तु जुलाई में यह दशा नहीं रहती। यह उत्तरी गोलार्द्ध का ग्रीष्मकाल होता है अतएव उसमें उत्तरी गोलार्द्ध के महाद्वीप सागर की अपेक्षा गरम होते हैं। अतएव 45° उ० अक्षांश के उत्तर में चित्र २८४ की समताप रेखाओं के मोड़ उलट जाते हैं अर्थात् वे समुद्र में विषुवत् रेखा की ओर झुक जाती हैं और स्थल में उत्तर की ओर।



चित्र २८५—जुलाई में तापक्रम का सामान्य वितरण

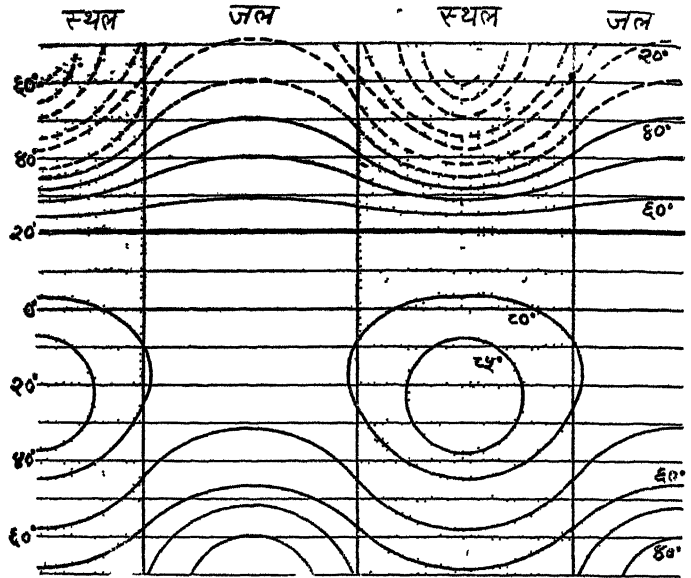
कर्क और मकर रेखा के बीच की समताप रेखाओं में थोड़ा ही परिवर्तन करना होगा। इस क्षेत्र में जल की तुलना में स्थल सदैव अधिक गरम रहता है। जुलाई में यह अन्तर औसत की तुलना में विषुवत रेखा के उत्तर में थोड़ा बढ़ जायगा और दक्षिण में थोड़ा घट जायगा। इसमें सबसे अधिक तापक्रम औसत तापक्रम के चित्र की तुलना में कुछ उत्तर की ओर होगा।

दक्षिणी गोलार्द्ध में जुलाई जाड़े का महीना है। मकर रेखा के दक्षिण जल की अपेक्षा स्थल ठण्डा होगा। वार्षिक औसत में भी यही बात लागू होती थी, किन्तु जाड़ों में यह अन्तर अधिक बढ़ जाता है, अतएव इस क्षेत्र में समताप रेखाओं के मोड़ पूर्ववत् दिशा में रहते हैं, केवल उनकी मात्रा बढ़ा दी जाती है।

(ख) जनवरी की समताप रेखाएँ

जुलाई की समताप रेखाओं का अध्ययन कर लेने के बाद जनवरी की समताप रेखाओं की विस्तृत विवेचना अनावश्यक है। जनवरी में उत्तरी गोलार्द्ध में जाड़े की ऋतु होती है और दक्षिणी गोलार्द्ध में ग्रीष्म की। अतएव जनवरी की समताप रेखाएँ बनाने के लिये केवल इतना ध्यान रखना चाहिये कि जुलाई में जो बात उत्तरी गोलार्द्ध के लिये लागू होती थी वह अब दक्षिणी गोलार्द्ध को लागू होगी और जो बात दक्षिणी गोलार्द्ध को लागू होती थी, वह अब दक्षिणी गोलार्द्ध की लागू होगी। संक्षेप में दोनों गोलार्द्धों की दशाओं में अदला-बदली हो जाती है। वास्तव में यदि जुलाई की

समताप रेखाओं के मानचित्र के उत्तरी अथवा दक्षिणी किनारे पर एक दर्पण रख



चित्र २८६—जनवरी में तापक्रम का सामान्य वितरण दिया जावे तो उसमें जो प्रतिबिम्ब बनेगा वह जनवरी की समताप रेखाओं के अनुरूप होगा। चित्र २८६ से यह कथन स्पष्ट होगा।

६ तापान्तर (Range of temperature)

(१) तापान्तर के विभिन्न भेद

तापान्तर शब्द अनेक अर्थों में प्रयुक्त होता है —

- (१) परम तापान्तर (Absolute Range of Temperature)—
=किसी स्थान पर कभी भी (Ever) अनुभव होने वाला सबसे अधिक और सबसे कम तापक्रम का अन्तर
- (२) औसत वार्षिक परम तापान्तर (Mean Annual Extreme Range)
=कई वर्षों के परम तापान्तर का औसत
- (३) वार्षिक तापान्तर (Annual Range)=सबसे गरम महीने का औसत तापक्रम—सबसे ठण्डे महीने का औसत तापक्रम
- (४) औसत वार्षिक तापान्तर=कई वर्षों के वार्षिक तापान्तर का औसत तापान्तर शब्द का प्रयोग अधिकतर औसत वार्षिक तापान्तर के अर्थ में होता है।

(२) तापान्तर को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक निम्नलिखित प्रतिकारक तापान्तर को प्रभावित करते हैं —

- (क) अक्षांश
- (ख) ऊँचाई
- (ग) समुद्र से दूरी
- (घ) धरातल का ढाल
- (ङ) समुद्र की धाराये तथा प्रवाहित होने वाली हवाये
- (च) मेघ-एव वर्षा।

(क) अक्षांश—सामान्यतः विषुवत रेखा के निकट तापान्तर कम होता है और ध्रुवों की ओर बढ़ता जाता है। विषुवत रेखा के निकट प्रायः वर्ष भर सूर्य की किरणें सीधी पड़ती हैं और जितने ही हम उत्तर अथवा दक्षिण की ओर बढ़ते हैं उतनी ही सूर्य की किरणें अधिक तिरछी होती जाती हैं और दिन और रात की अवधि का अन्तर बढ़ता जाता है।

विषुवत रेखा के निकट औसत वार्षिक तापान्तर असाधारण रूप से कम होता है। वास्तव में इस प्रदेश में जाड़े और गर्मियों की ऋतुयें ही नहीं होती। उदाहरण के लिये सिंगापुर में मई का औसत तापक्रम 29° फ० है और जनवरी का 27° फ०।

शीतोष्ण कटिबन्ध में जाड़े और गर्मियों की निश्चित ऋतुयें होती हैं। उदाहरण के लिये न्यूयार्क में जुलाई का औसत तापक्रम 75° फ० है और जनवरी का 30° फ०। इस प्रकार यहाँ का तापान्तर 45° है।

सामान्यतः हम यह आशा करते हैं कि ध्रुवीय प्रदेश में तापान्तर बहुत अधिक होगा क्योंकि यहाँ एक ऐसी ऋतु होती है जिसमें सूर्य के कभी दर्शन नहीं होते और दूसरी एक ऋतु है जिसमें सूर्य कभी डूबता ही नहीं। इस क्षेत्र में जाड़ों का तापक्रम अवश्य बहुत कम होता है, किन्तु गर्मियों में तापक्रम अधिक नहीं होता क्योंकि एक तो सूर्य की किरणें बहुत तिरछी पड़ती हैं दूसरे बर्फ के पिघलने में ताप का अधिकांश भाग व्यय हो जाता है।

वरखोपस्क का जुलाई का औसत तापक्रम 59° फ० है और जनवरी का -4° फ० इस प्रकार यहाँ का तापान्तर 63° फ० है।

(ख) ऊँचाई—सामान्य नियम यह है कि ऊँचाई जितनी बढ़ती जाती है तापक्रम उतना ही कम होता जाता है। इसका अर्थ यह हुआ कि नीचे स्थान की अपेक्षा ऊँचे स्थान का तापक्रम जुलाई और जनवरी दोनों में कम होगा। इससे तापान्तर पर कोई प्रभाव न पड़ेगा। यह कथन एक उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिये सागर-समतल पर स्थित किसी स्थान का जुलाई और जनवरी का तापक्रम क्रमशः 20° और 50° है और ऊँचे धरातल पर स्थित किसी अन्य स्थान का जुलाई और जनवरी का तापक्रम क्रमशः 70° और 40° है। स्पष्ट है कि इन दोनों स्थानों का तापान्तर एक ही है $20^{\circ}-50^{\circ}=30^{\circ}$, $70^{\circ}-40^{\circ}=30^{\circ}$ । इस दृष्टि से ऊँचाई का तापान्तर पर कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता।

ऊँचाई एक अन्य रीति से भी तापक्रम को प्रभावित करती है। ऊँचे स्थान दिन में सूर्यातपन (Insolation) अधिक मात्रा में ग्रहण करते हैं और रात में उनसे विकिरण भी अधिक होता है। इससे ऊँचे स्थानों में दिन रात का तापान्तर (Diurnal Range) अधिक होता है, किन्तु उससे उनके औसत तापक्रम पर विशेष प्रभाव नहीं पड़ता।

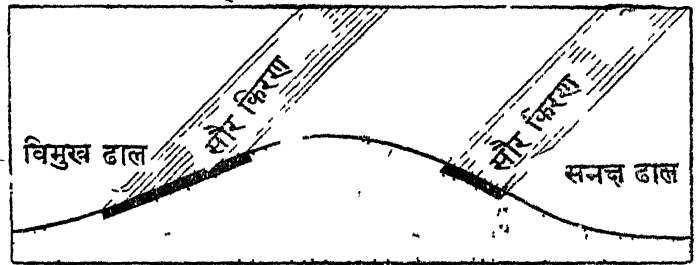
ऊँचे स्थानों की वायु नीचे स्थानों की अपेक्षा विरल (Rare) होती है, जिससे उसमें ताप को ग्रहण करने की क्षमता अपेक्षाकृत कम होती है। अतएव जब धरातल पर सौर-शक्ति अधिक मात्रा में आती है, तो नीचे स्थानों की अपेक्षा ऊँचे स्थानों में उसे कम ग्रहण कर पाते हैं, जिससे उनका तापक्रम उतना ऊँचा नहीं होता, जितना कि वह अन्यथा होता। इसके अतिरिक्त एक और प्रतिकारक भी विचारणीय है। नीचे स्थानों की अपेक्षा ऊँचे स्थानों में मेघावरण की मात्रा अधिक होती है। मेघ सूर्य की किरणों के पथ में बाधक होते हैं और उनके ताप के कुछ भाग को सोख लेते हैं। विरल वायुमण्डल और मेघावरण के कारण ऊँचे स्थानों का दिन का तापक्रम कुछ घट जाता है जिससे तापान्तर भी प्रायः प्रभावित होता है अर्थात् वह थोड़ा सा कम हो जाता है।

ऊँचाई के प्रभाव का स्वतन्त्र अध्ययन कठिन है। वायु की दिशा, समुद्र की दूरी, धरातल की आकृति एवं अन्य प्रतिकारकों के साथ इसके प्रभाव का अध्ययन अधिक सुविधाजनक होता है।

(ग) समुद्र से दूरी—जैसा कि पूर्व में उल्लेख हो चुका है, समुद्र तापक्रम को सम बनाता है अर्थात् वह जाड़ों के तापक्रम को बढ़ाता है और गर्मियों के तापक्रम को घटाता है, अतएव जो स्थान समुद्र के तट पर स्थित होते हैं, उनमें तापान्तर कम होता है। महाद्वीपों के अन्त्यन्तर तक समुद्र का प्रभाव नहीं पहुँचता जिससे वहाँ तापान्तर की मात्रा बहुत होती है। उदाहरण—

नगर	जुलाई तापक्रम	जनवरी तापक्रम	तापान्तर
लाहौर	९५°	५४°	४१°
बम्बई	८३°	७४°	९°

(घ) धरातल का ढाल—सूर्य की ओर मुखवाले ढाल विमुख ढाल की अपेक्षा गर्मियों में अधिक गरम होते हैं और जाड़ों में कम ठण्डे। गर्मियों में इनके



चित्र २८७—तापक्रम पर धरातल के ढाल का प्रभाव

अधिक गरम होने का कारण यह है कि सूर्य के सामने पड़ने से इनमें सूर्यातपन अधिक होता है। चित्र २८७ से यह कथन स्पष्ट होगा। जाड़ों में इनके कम ठण्डे होने का कारण यह है, कि विमुख ढाल आड़ में पड़ जाने से बहुत ठण्डे हो जाते हैं। यदि उपर्युक्त दोनों प्रभाव बराबर हुए तब तो तापान्तर पर कोई प्रभाव न पड़ेगा, किन्तु सामान्य तः ऐसा नहीं होता, अतएव तापान्तर प्रभावित होता है।

(ङ) समुद्र की धारार्य तथा प्रवाहित होनेवाली हवायें—इस सम्बन्ध

मे केवल दो उदाहरण दिये जा रहे हैं। उनसे इस प्रभाव में निहित सिद्धान्त स्पष्ट हो जायगा —

(१) संयुक्त राज्य अमरीका के पूर्वी तट पर गर्मियों में हवाये समुद्र से स्थल की ओर चलती हैं, अतएव इस ऋतु में गल्फ-स्ट्रीम से तटीयप्रदेश का तापक्रम बढ़ जाता है। जाडो में हवाये स्थल से जल की ओर चलती हैं, अतएव जाडो में अमरीका के पूर्वी तट पर गल्फ-स्ट्रीम का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। इस प्रकार इस दशा में धारा और वायु के कारण तापान्तर बढ़ गया है।

(२) कनाडा के पूर्वी तट पर बहनेवाली लैब्रडोर की शीतल धारा का जाडो में विशेष प्रभाव नहीं पड़ता, क्योंकि उस समय हवाये स्थल से जल की ओर चलती हैं किन्तु गर्मियों में इस धारा के कारण पूर्वी कनाडा का तापक्रम बहुत घट जाता है क्योंकि उस समय हवाये समुद्र से स्थल की ओर चलती हैं। इस प्रकार इस दशा में धारा और वायु के कारण तापान्तर कम हो गया है।

(३) मेघ एवं वर्षा—जिन स्थानों में वर्ष भर बादल छाये रहते हैं और घनघोर वृष्टि होती है, उनका गर्मियों का औसत तापक्रम अपेक्षाकृत कम होता है, क्योंकि बादल सौर-ताप के कुछ अंश को सोख लेते हैं और कुछ ताप वाष्पीकरण की क्रिया में व्यय हो जाता है। दूसरी ओर, जाडो की ऋतु में बादलों का आवरण पृथ्वी के विकिरण को रोकता है अर्थात् बादलों के कारण जाडो का औसत तापक्रम अपेक्षाकृत अधिक होता है। अन्य शब्दों में बादल और वर्षा के कारण औसत वार्षिक तापान्तर कम हो जाता है। यही कारण है कि ब्रिटिश द्वीप समूह में तापान्तर बहुत कम होता है।

चवालीसवाँ परिच्छेद तापक्रम का लम्बवत् वितरण

(Vertical Distribution of Temperature)

१. तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता

(Vertical gradient of temperature)

जब हम धरातल से वायुमण्डल में ऊपर की ओर जाते हैं, तब तापक्रम क्रमशः घटता जाता है। प्रत्येक ३२० फुट की ऊँचाई पर तापक्रम 1° फ० कम हो जाता है। इसे हम तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता कहते हैं।

२. ऊँचाई के साथ तापक्रम घटने का कारण

सामान्यतः हम यह आशा करते हैं कि अधिक ऊँचाई पर तापक्रम अधिक होगा, क्योंकि वह धरातल की अपेक्षा सूर्य से निकट है, जिससे वहाँ सूर्य की किरणें अधिक प्रखर होती हैं। यह सत्य भी है। इसका प्रमाण यह है, कि मैदान की अपेक्षा पर्वतों पर मनुष्य का चेहरा धूप से जल्दी झुलस जाता है। यह सत्य होते हुए भी मैदान की अपेक्षा पहाड़ों की वायु ठण्डी होती है। अतएव हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि हवा के गरम होने का प्रत्यक्ष कारण सूर्य की किरणें नहीं हैं।

वायु को सूर्य के विकिरण की अपेक्षा पृथ्वी के सस्पर्श से अधिक ताप मिलता है। जब हम आग के निकट बैठते हैं, तब हम उसके ताप का अनुभव करते हैं, यद्यपि हमारे और आग के बीच की वायु ठण्डी रहती है। इसी प्रकार सूर्य की किरणें पृथ्वी को गर्म करती हैं, यद्यपि बीच का वायुमण्डल ठण्डा रहता है। जब धरातल गर्म होता है, तब वह संचालन द्वारा वायु के सबसे नीचे स्तर को गरम करता है। फिर ताप एक स्तर से दूसरे स्तर में होता हुआ ऊपर की ओर फैलता जाता है। गरम होने से वायु ऊपर उठती है, जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति ऊपर की अपेक्षाकृत ठण्डी वायु करती है, फिर वह भी गर्म होकर ऊपर उठती है। इस प्रकार सवाहन की धाराएँ अस्तित्व में आ जाती हैं।

उपर्युक्त कथन से स्पष्ट है, कि ताप के ऊपर फैलने में संचालन और सवाहन दोनों क्रियाएँ सहायक होती हैं।

निम्नलिखित प्रयोग द्वारा इस कथन की पुष्टि की जा सकती है कि वायु के ताप पर सूर्य की किरणों का सीधा प्रभाव नहीं पड़ता—

प्रयोग—किसी ऐसे दिन जब धूप निकली हो और वायुमण्डल शान्त हो एक थर्मामीटर लेकर खुली हवा में, जहाँ धूप हो, लटका दीजिये। आप देखेंगे कि थर्मामीटर का पारा तुरन्त ऊपर चढ़ता है और तापक्रम बढ़ जाता है। इसके बाद आप उसी थर्मामीटर को उसी धूप और उसी हवा में हिलाइयें। आप देखेंगे कि थर्मामीटर को हवा में हिलाते ही उसका तापक्रम गिर जाता है। इसका कारण यह है कि यद्यपि सूर्य थर्मामीटर को गरम करता है, तथापि बीच की हवा पर उसका प्रभाव नहीं पड़ता, जब हम थर्मामीटर को हिलाते हैं, तब वह वायु के कणों के सम्पर्क में आता है। वायु का तापक्रम कम होता है, यही कारण है कि उसके सस्पर्श में आने से थर्मामीटर का तापक्रम घट जाता है। दूसरी ओर, जब हम थर्मामीटर को धूप में शान्तिपूर्वक लटकते रहने देते हैं, तब सूर्य की किरणें थर्मामीटर को गरम करती हैं और तब संचालन द्वारा थर्मामीटर अपने निकट की वायु को गरम करता है।

इस प्रकार वायुमण्डल के निचले भागों में तापक्रम अधिक है और वह ऊपर की ओर घटता जाता है।

३ अभिन्न स्थायी एवं अस्थायी साम्य

(Indifferent, Stable and Unstable equilibrium)

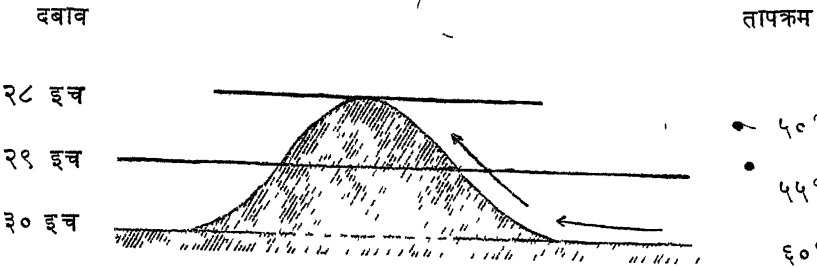
जब किसी वायु-प्रवाह के पथ में पहाड़ी आ जाती है, तब उस वायु को पहाड़ी पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है। जब वह ऊपर चढ़ते हुए पहाड़ी की चोटी पर पहुँचती है, उस समय उसके समक्ष तीन विकल्प (Alternatives) होते हैं —

- (१) या तो वह ऊपर चढ़ती चली जाती है।
- (२) या वह पहाड़ी के पिछले ढाल पर नीचे उतरती है।
- (३) या वह वही चोटी पर स्थिर रहती है।

वायु उपर्युक्त तीन विकल्पों में किसे अपनायेगी, यह तापक्रम की लम्बवत् प्रवणता पर निर्भर है।

मान लीजिए, हमारे पास ऐसी शुष्क वायु है, जिसका तापक्रम ३० इंच के दबाव पर ६०° फ० है। यदि इस वायु का दबाव घटाकर २९ इंच कर दिया जाता है, तो उसका तापक्रम ५५° फ० हो जाता है। यदि दबाव को और भी घटाकर २८ इंच कर दिया जाय तो वायु का तापक्रम ५०° फ० हो जाता है।

चित्र २८८ में एक पहाड़ी दिखलाई गई है और वायुमण्डल की विभिन्न ऊँचियों पर तापक्रम और दबाव प्रदर्शित किये गये हैं। मान लीजिये वह सूखी हवा जिसका ऊपर उल्लेख हो चुका है, इस क्षेत्र में प्रवाहित होती है। जब यह वायु पहाड़ी के सम्पर्क में आती है, तब उसे चित्रानुसार ढाल पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है धरातल पर इस वायु का तापक्रम ६०° फ० है, क्योंकि वहाँ पर ३० इंच का दबाव



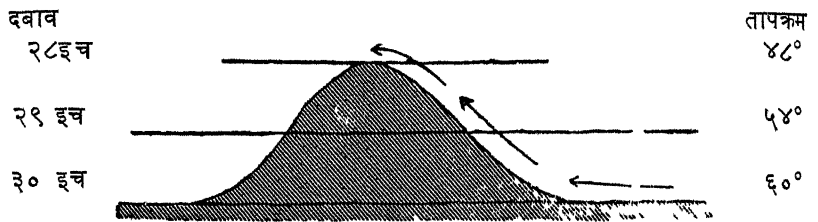
चित्र २८८—अभिन्न साम्य

है। वायुमण्डल की वायु का भी धरातल पर यही तापक्रम है। ९०० फुट की ऊँचाई पर दबाव एक इंच घट जाता है अर्थात् २९ इंच रह जाता है। अतएव, जब शुष्क वायु ढाल पर ९०० फुट की लम्बवत् ऊँचाई तय कर लेती है, तब उस पर २९ इंच का दबाव हो जाता है। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, २९ इंच के दबाव पर उपर्युक्त शुष्क वायु का तापक्रम ५५° फ० हो जाता है। इस ऊँचाई पर वायुमण्डल की वायु का भी यही तापक्रम है। इसी प्रकार पहाड़ी की चोटी पर पहुँचकर शुष्क

वायु का तापक्रम 50° फ० रह जाता है और यही तापक्रम इस ऊँचाई पर स्थित वायुमण्डल की वायु का भी है।

अन्य शब्दों में, इस दशा में, बाध्य होकर ढाल पर चढ़ने वाली वायु और उसी समतल की वायुमण्डल की वायु का तापक्रम प्रत्येक ऊँचाई पर समान है। तापक्रम समान होने से इन वायु-राशियों का घनत्व भी एक सा होगा। अतएव यदि प्रवाहित होनेवाली वायु किसी भी सम्य ढाल पर कहीं भी रुक जाती है, तब वह वही पर स्थिर रहती है, अर्थात् न वह ऊपर जाती है और न नीचे आती है। ऐसी दशा में हम यह कहते हैं कि वायु अभिन्न साम्य (Indifferent equilibrium) की अवस्था में है। इस दशा में वायुमण्डल की प्रवणता 5° फ० प्रति १०० फुट है, जो शुष्क वायु की प्रवणता है।

यह आवश्यक नहीं है कि वायुमण्डल के तापक्रम की प्रवणता सदैव 5° फ० प्रति १०० फुट ही हो। वह कम भी हो सकती है और अधिक भी। चित्र २८९ में एक पहाड़ी दिखाई गई है और वायुमण्डल की विभिन्न ऊँचाइयों पर दबाव और तापमान प्रदर्शित किये गये हैं। इस दशा में वायुमण्डल की प्रवणता 6° प्रति १०० फुट है।



चित्र २८९—अस्थायी साम्य

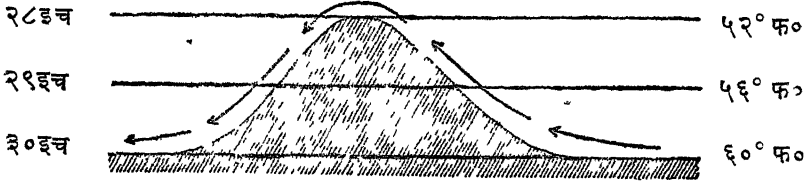
यदि शुष्क वायु को इस पहाड़ी पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है, तो १०० फुट की ऊँचाई पर जब उस पर २९ इंच का दबाव होता है, तब उसका तापक्रम 54° फ० हो जाता है। किन्तु उसी समतल की वायु का तापक्रम 54° फ० है। अन्य शब्दों में ऊपर चढ़नेवाली वायु वायुमण्डल की वायु से हल्की होती है। अतएव यदि वायुप्रवाह रुक भी जाय, तो भी यह वायु ऊपर चढ़ेगी। इसी प्रकार १८०० फुट की ऊँचाई पर ऊपर चढ़नेवाली वायु का तापक्रम 50° फ० होगा जब कि उसी समतल पर वायुमण्डल की वायु का तापक्रम केवल 48° फ० है। अतएव, इस दशा में भी प्रवाह रुक जाने पर ढाल की वायु ऊपर उठेगी। ऐसी दशा में यह कहा जाता है कि वायु अस्थायी साम्य (Unstable Equilibrium) की अवस्था में है।

एक और भी अवस्था हो सकती है, जो चित्र २९० में प्रदर्शित की गई है। इस दशा में जब शुष्क वायु १०० फुट की ऊँचाई पर पहुँचती है, तब उसका तापक्रम 54° फ० होता है और इसी समतल पर वायुमण्डल की वायु का तापमान 56° है। अन्य शब्दों में ऊपर चढ़नेवाली वायु वायुमण्डल की वायु की अपेक्षा भारी हो जाती है

अतएव ऐसी दशा मे, यदि ऊपर चढनेवाली वायु का प्रवाह किसी भी समय रुक जाय तो वायु ऊपर न जाकर नीचे उतरती है। इससे यह भी स्पष्ट होगा कि यदि वायु पहाडी की चोटी तक पहुँच जाती है, तो उसके बाद वह दूसरी ओर नीचे

दबाव

तापक्रम



चित्र २९०—स्थायी साम्य

उतरती है। इस साम्य को स्थायी साम्य (Stable Equilibrium) कहते हैं।
संक्षेप में—

(१) अभिन्न साम्य की दशा मे यदि किसी भी वायु राशि को ऊपर या नीचे जाने के लिये बाध्य होना पडता है, तो वह वायुमण्डल के तापक्रम को ग्रहण कर लेती है और जब प्रवाह-शक्ति क्षीण हो जाती है तब वह वही स्थिर रहती है जहाँ वह पहुँच चुकी है।

(२) अस्थायी साम्य की दशा मे यदि किसी वायु-राशि को ऊपर चढने के लिए बाध्य होना पडता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा गरम हो जाती है, अतएव वह प्रवाह-शक्ति क्षीण हो जाने पर भी ऊपर उठती है, इसके विपरीत यदि उसे नीचे उतरने के लिये बाध्य होना पडता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा अधिक ठण्डा हो जाती है अतएव प्रवाह-शक्ति क्षीण हो जाने पर भी वह नीचे उतरती है। अन्य शब्दों मे इस साम्य मे प्रवाह पूर्ववत् दिशा मे जारी रहता है।

(३) स्थायी साम्य की दशा मे यदि किसी वायु राशि को ऊपर चढने के लिये बाध्य होना पडता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा शीतल हो जाती है अतएव प्रवाह-शक्ति के क्षीण हो जाने पर वह नीचे उतर कर अपने पूर्ववत् समतल पर आ जाती है, दूसरी ओर यदि उसे नीचे उतरने के लिये बाध्य होना पडता है, तो वह वायुमण्डल की अपेक्षा उष्ण हो जाती है अतएव प्रवाह-शक्ति के क्षीण होने पर वह ऊपर चढकर अपने पूर्ववत् समतल पर आ जाती है। अन्य शब्दों मे इस साम्य मे प्रवाह विपरीत दिशा मे होता है।

४ सामान्य प्रव-ता (Normal Gradient)

तापक्रम के अभिन्न साम्य की प्रवणता को हम सामान्य प्रवणता (Normal Gradient) कहते हैं। उपर्युक्त कथन से स्पष्ट है, कि अस्थायी साम्य की दशा मे प्रवणता सामान्य प्रवणता की अपेक्षा अधिक होती है और स्थायी साम्य मे कम।

५ प्रवणता पर जलवाष्प का प्रभाव

शुष्क वायु की सामान्य लम्बवत् प्रवणता आर्द्र वायु की अपेक्षा कम होती है। इसका कारण यह है कि आर्द्र वायु के द्रवीभवन से गुप्त-ताप विकसित होता है, जिससे तापक्रम अपेक्षाकृत धीरे-धीरे घटता है।

६ वायुमंडल के विभिन्न स्तरों की लम्बवत् प्रवणता

लम्बवत् प्रवणता के विचार से वायुमण्डल के तीन भाग किये जा सकते हैं—

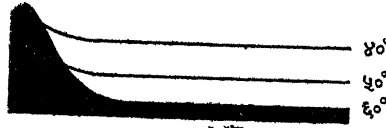
(१) नीचे का स्तर—इसका विस्तार धरातल से लेकर लगभग १०,००० फुट की ऊँचाई तक है। इसकी प्रवणता शुष्क वायु की औसत प्रवणता से कम होती है, क्योंकि इसमें जलवाष्प की मात्रा रहती है।

(२) मध्य का स्तर—इसका विस्तार लगभग १०,००० फुट की ऊँचाई से लेकर लगभग ३३,००० फुट तक है इसकी प्रवणता शुष्क वायु की औसत प्रवणता के लगभग समान है।

(३) ऊपर का स्तर—इसका विस्तार ३३,००० फुट के ऊपर है। इसमें प्रवणता नहीं है और कहीं-कहीं अत्यन्त मन्द वेग से उलटी प्रवणता पाई जाती है। उपर्युक्त तथ्य उत्तरी पश्चिमी योरप के अवलोकनों पर आधारित हैं। ससार के अन्य भागों में इन सख्याओं में थोड़ा अन्तर होगा।

७ पर्वतों का तापक्रम

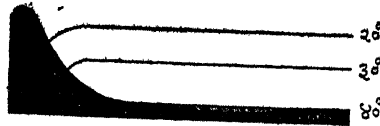
दिन की दशा—दिन में सूर्य की किरणों से पहाड़ गरम होता है और जो वायु उसके धरातल के निकट होती है, सस्पर्श द्वारा वह भी गरम होती है। अतएव पहाड़ के निकट की वायु का तापक्रम अपने समतल की शेष वायु की तुलना में अधिक होता है जिससे समतापीय पृष्ठ (Isothermal Surface) पहाड़ के निकट नीचे की ओर मुड़ जाता है, जैसा कि चित्र २९१ में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र २९१—पर्वत के पार्श्व का दिन में तापक्रम

पहाड़ के धरातल की वायु के ऊपर उठने से जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति के लिये मैदान की ओर से ठण्डी हवा चलती है। इस प्रकार, यद्यपि पहाड़ का तापक्रम मैदान की अपेक्षा अधिक होता है, तथापि उसके धरातल की वायु का तापक्रम कम होता है।

रात्रि की दशा—रात्रि में दशाये बिल्कुल विपरीत हो जाती है। पहाड़ के ठण्डे होने से सस्पर्श द्वारा उसके धरातल के निकट की वायु भी ठण्डी होती है। यह



चित्र २९२—पर्वत के पार्श्व का रात्रि में तापक्रम

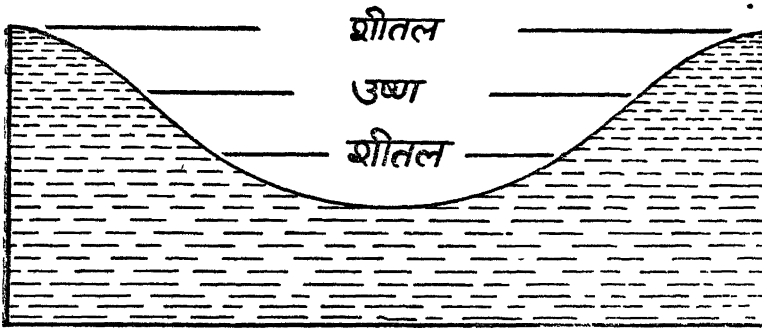
वायु अपने समतल की शेष वायु की तुलना में अधिक ठण्डी होती है, जिससे समतापीय पृष्ठ पहाड़ के निकट ऊपर की ओर झुक जाता है। चित्र २९२ से यह कथन स्पष्ट होगा। इस दशा में पहाड़ के धरातल की ठण्डी वायु अपने समतल की शेष वायु की अपेक्षा अधिक भारी होने के कारण ढाल के अनुरूप नीचे उतरती है।

८ पर्वत और घाटी की हवायें

उपर्युक्त विवेचना से स्पष्ट है कि जब वायुमण्डल शान्त होता है, तब दिन में वायु ढाल के अनुरूप पहाड़ के ऊपर चढ़ती है और रात में ठण्डी हवा पहाड़ से ढाल पर नीचे उतरती है। प्रथम वायु को एनाबेटिक (Anabatic) तथा द्वितीय को कैटाबेटिक (Katabatic) कहते हैं।

६ तापक्रम का उत्क्रमण (Inversion of temperature)

जाडो में रातें लम्बी होती हैं। यदि वायुमण्डल शान्त हुआ तो चित्र २९२ की दशा घण्टों बनी रहती है। ठण्डी वायु, जो पहाड़ से ढाल पर नीचे उतरती है, घाटी के तल में क्रमशः एकत्र होती रहती है। इस प्रकार घाटी के निचले भाग में ठण्डी हवा की राशि आरूढ होती है, किन्तु उसके ऊपर की वायु अपेक्षाकृत उष्ण होती है क्योंकि उसे ठण्डे धरातल के सस्पर्श में नहीं आना पडा। इस उष्ण वायु के ऊपर की वायु ठण्डी होती है, क्योंकि सामान्य नियम के अनुसार ऊँचाई के साथ तापक्रम घटता जाता है।



चित्र २९३ तापक्रम का उत्क्रमण

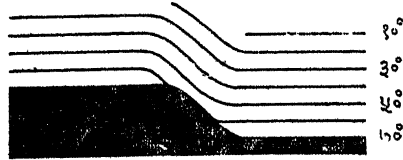
सामान्यतः, ज्यो-ज्यो हम वायुमण्डल में नीचे से ऊपर की ओर जाते हैं त्यों-त्यों तापक्रम क्रमशः घटता जाता है। वायु के उष्ण स्तर के ऊपर हमें शीतल स्तर मिलता है और उसके ऊपर और भी शीतल स्तर मिलता है। अन्य शब्दों में, जब हम ऊपर जाते हैं, तब हमें स्तरों का क्रम इस प्रकार मिलता है—उष्ण, शीतल अधिक शीतल। इस विशेष दशा में घाटी में ठण्डी हवा के एकत्र हो जाने से स्तरों का क्रम इस प्रकार हो गया है—शीतल, उष्ण, शीतल। तापमान के सामान्य क्रम के इस प्रकार उलट जाने को हम 'तापक्रम का उत्क्रमण' (Inversion of temperature) कहते हैं।

आल्प्स पर्वत की घाटियों में तापक्रम का उत्क्रमण बहुत होता है।

१० पठार का तापक्रम

पठार और पर्वत में यही मुख्य भेद है कि पठार पर्वत की अपेक्षा बहुत चौड़ा होता है। अतएव पठार का तापक्रम (चित्र २९४) पर्वत के तापक्रम (चित्र २९१) से

मिलता-जुलता है, अन्तर केवल यह होता है, कि पठार के समतल धरातल के ऊपर समतापीय पृष्ठ (Isothermal Surfaces) मैदान की भाँति क्षैतिज होते हैं। चित्र २९४ से प्रकट है कि सागर समतल से समान ऊँचाई पर पठार के ऊपर की वायु मैदान के ऊपर की वायु की अपेक्षा गरम होती है। गरम होने के कारण वह हल्की होती है और ऊपर उठती है। उसके रिक्त स्थान की पूर्ति के लिये मैदान के ऊपर की ठण्डी हवाये आती हैं। अतएव, यद्यपि स्वयं पठार का तापक्रम अधिक होता है, तथापि उसके धरातल पर ठण्डी हवाये प्रवाहित होती हैं।



चित्र २९४—पठार का तापक्रम

पठार जितना ही अधिक ऊँचा होगा उसके ऊपर की वायु और उसी समतल पर मैदान की वायु के तापक्रम में उतना ही अधिक अन्तर होगा। यह अन्तर जितना ही अधिक होगा, मैदान से पठार की ओर चलने वाली वायु का वेग उतना ही अधिक होगा। एशिया में चलनेवाली मानसून हवाओं के वेगवान होने का एक कारण मध्य-वर्ती पठार का ऊँचा होना है।

पैतालीसवाँ परिच्छेद आर्द्रता (HUMIDITY)

१ बायु में विद्यमान जलवाष्प और उसका उद्गम

जलवाष्प (Water Vapour) वायुमण्डल के निचले स्तरों में रहती है। इसकी मात्रा सभी स्थानों में एकसी नहीं रहती—उदाहरण के लिये जलाशयों के निकट यह अधिक मात्रा में पाई जाती है और मरुस्थलों के ऊपर न्यून होती है। इसके अतिरिक्त किसी एक स्थान पर जलवाष्प की मात्रा सदैव एक सी नहीं रहती। समय के अनुसार उसमें अन्तर होते रहते हैं। किसी भी स्थान पर वर्षा-ऋतु में जलवाष्प की मात्रा बढ़ जाती है और ग्रीष्म ऋतु में कम हो जाती है।

वायुमण्डल की यह जलवाष्प नदी, तालाब, झील, सागर आदि के जल के वाष्पीकरण (Evaporation) से बनती है। यहाँ तक कि हिम और शीत में भी अल्प मात्रा में वाष्पीकरण होता है।

२ परम आर्द्रता (Absolute Humidity) एवं आपेक्षिक आर्द्रता (Relative Humidity)

किसी विशेष तापक्रम पर वायु के इकाई आयतन में विद्यमान भाप की मात्रा को हम उस वायु की परम आर्द्रता (Absolute Humidity) कहते हैं। मान लीजिये ७०° फ० तापक्रम पर एक घन फुट वायु में ५ ग्राम भाप वर्तमान है, ऐसी दशा में वायु की परम आर्द्रता ५ ग्राम हुई।

जब वायु में इतनी भाप रहती है, जितनी वह अधिक से अधिक ग्रहण कर सकती है, तब हम उस वायु को भाप से सतृप्त (Saturated) वायु कहते हैं। मान लीजिये ७०° फ० पर एक घन फुट वायु को भाप से सतृप्त करने पर उसमें १० ग्राम भाप आती है। अन्य शब्दों में ७०° फ० तापक्रम पर एक घन फुट वायु अधिक से अधिक १० ग्राम भाप ग्रहण कर सकती है। ऐसी दशा में यदि हम ५ ग्राम और १० ग्राम के अनुपात को प्रतिशत में प्रकट करें तो उसे हम उपर्युक्त वायु की आपेक्षिक आर्द्रता (Relative Humidity) कहते हैं। अन्य शब्दों में किसी वायु की आपेक्षिक आर्द्रता प्रतिशत में प्रकट किया गया वह सम्बन्ध है, जो उस वायु में विद्यमान भाप की मात्रा में और उसी तापक्रम पर, उसी आयतन की सतृप्त वायु की भाप की मात्रा में होता है। उपर्युक्त दशा में वायु की परम आर्द्रता ५ ग्राम है और उसकी आपेक्षिक आर्द्रता ५० प्रतिशत है।

सक्षेप में, वायु में वर्तमान भाप और उसमें सम्भव अधिक से अधिक भाप का प्रतिशत में प्रकट किया गया सम्बन्ध ही आपेक्षिक आर्द्रता है।

३ ओसांक (Dew Point)

वायु गरम होने पर फैलती है, जिससे उसका आयतन बढ़ जाता है। आयतन के बढ़ जाने से उसकी भाप ग्रहण करने की क्षमता भी बढ़ जाती है।

दूसरी ओर ठण्डी होने पर वायु सिकुड़ती है। आयतन के घट जाने से उसकी भाप ग्रहण करने की क्षमता भी घट जाती है।

अतएव, जब वायु को क्रमशः ठण्डा किया जाता है, तो उसकी भाप को ग्रहण करने की क्षमता भी क्रमशः घटती जाती है। अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वह इतनी भाप ग्रहण कर लेती है, जितनी अधिक से अधिक उसमें आ सकती है। अन्य शब्दों में, वायु भाप से सतृप्त (Saturated) हो जाती है। यदि इसके बाद भी उसे ठण्डा किया जाता है, तो भाप का द्रवीभवन (Condensation) आरम्भ हो जाता है। द्रवीभवन का अर्थ है भाप का जलकणों में परिवर्तन। जिस तापक्रम पर द्रवीभवन आरम्भ होता है, उसे हम ओसाक (Dew point) कहते हैं।

सक्षेप में, ओसाक वह तापक्रम है जिस पर वायु अधिक से अधिक भाप ग्रहण कर सकती है।

४. धूलि कणों का महत्व

भाप के द्रवीभूत होने के लिये वायु में धूलिकण होना आवश्यक है। द्रवित होकर भाप धूलि-कणों पर ही गिरती है। यदि वायु में धूलि-कण न हों, तो वह बहुत अधिक ठण्डा करने पर भी द्रवित न होगी। घनवातिकी शास्त्र (Meteorology) में धूलिकणों की बड़ी महत्ता है। यदि धूलिकण न होते तो कुहासा, कुहरा, पाला, वर्षा में कुछ भी न होता।

५ ओस (Dew), पाला (Frost), कुहरा (Fog) और कुहासा (Mist)

(क) ओस (Dew)

सौर-ताप से दिन भर की तपी पृथ्वी सन्ध्या समय सूर्यास्त होते ही ठण्डी होने लगती है। पृथ्वी के ठण्डे होने से वायुमण्डल का सबसे निचला स्तर जो धरातल का सस्पर्श करता है, ठण्डा होता है। जैसे-जैसे वायु का तापमान घटता है, वैसे-वैसे उसकी जलवाष्प ग्रहण करने की क्षमता भी क्षीण होती जाती है।

कालान्तर में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वायु जलवाष्प से सतृप्त हो जाती है, अर्थात् उसमें इतनी जलवाष्प रहती है, जितनी कि वह अधिक से अधिक ग्रहण कर सकती है। ऐसी दशा में यदि वायु तनिक भी और ठण्डी होती है तो जलवाष्प द्रवित होकर ओस के रूप में ठण्डे पदार्थों पर गिर पड़ती है। यहाँ पर यह उल्लेख कर देना अनुचित न होगा कि ताप के अच्छे संचालकों की अपेक्षा बुरे संचालकों पर ओस अधिक पड़ती है। यही कारण है, कि मकानों और चट्टानों की अपेक्षा घास-पात पर ओस अधिक पाई जाती है।

(ख) पाला, तुषार अथवा तुहिन (Frost)

यदि ओसाक (Dew point) ३२° फ० से कम हुआ तो जलवाष्प जलकणों के रूप में द्रवित न होकर हिमकणों के रूप में द्रवीभूत होती है। इसे ही हम तुहिन तुषार अथवा पाला कहते हैं।

(ग) कुहरा (Fog)

उपर्युक्त अध्ययन से यह स्पष्ट है कि ओस वही बनती है जहाँ वायु अपने से अधिक शीतल पदार्थ के सस्पर्श में आने से ठण्डी होती है और द्रवित होकर जलकणों के रूप में उस पर गिर पड़ती है। किन्तु यदि वायुमण्डल के निचले स्तर के भाग-विशेष में शीतल न होकर सर्वत्र समान रूप से ठण्डे हों, तब समस्त वायु के अन्दर द्रवीभवन (Condensation) होता है। इस प्रकार वायु में

जलकणों के व्याप्त हो जाने को हम 'कुहरा' कहते हैं। कुहरा से हमारी दृश्यता (Visibility) घट जाती है और हमें १००० मीटर अथवा उससे अधिक दूर स्थित वस्तुयें दिखलाई नहीं देती।

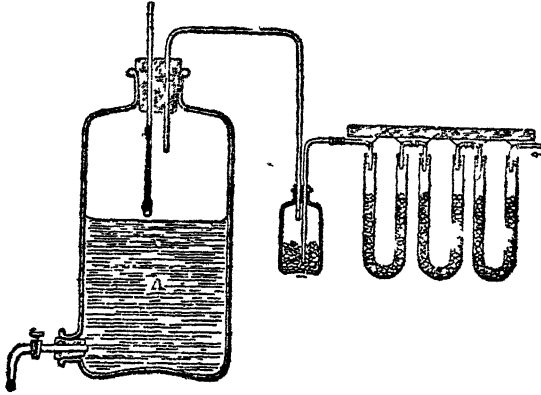
(घ) कुहासा अथवा कूहा (Mist)

पतले कुहरे को हम कुहासा अथवा कूहा कहते हैं। घनवातिकी विज्ञान (Meteorology) के अनुसार हम इस वृत्त (Phenomenon) को कुहासा तब कहते हैं जब हम इसमें १००० मीटर से अधिक दूर तक देख सकें। यदि दृश्यता १००० मीटर से घट जाती है तो हम इसे कुहासा न कहकर कुहरा कहते हैं।

६. आर्द्रतामापक

जिस यंत्र से आर्द्रता नापी जाती है उसे हम आर्द्रतामापक अथवा हाइग्रोमीटर (Hygrometer) कहते हैं। हाइग्रोमीटर ग्रीक भाषा का शब्द है (Hygro = Wet Metron = A Measure) जिसका अर्थ है आर्द्रता नापने का यंत्र। आर्द्रतामापक मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं —

- (१) रासायनिक आर्द्रतामापक (Chemical Hygrometers)
- (२) भौतिक आर्द्रतामापक (Physical Hygrometers)।



क ख ग

चित्र २९५—रासायनिक आर्द्रतामापक

(१) रासायनिक आर्द्रतामापक

इस यंत्र की सहायता से वायु के किसी निश्चित आयतन में विद्यमान जल-वाष्प की मात्रा ज्ञात की जा सकती है। यह यंत्र चित्र २९५ में प्रदर्शित किया गया है। इसके प्रमुख अंग निम्नलिखित हैं —

(१) 'क' एक टोटीदार बोतल है, जिसमें पानी भरा रहता है। टोटी को खोल देने से जब पानी बाहर निकलता है, तब रिक्त स्थान की पूर्ति के लिये यह बोतल 'ख' से वायु को खींचती है। इसी आधार पर इस बोतल को वायु-चूषक (Aspirator) की संज्ञा दी गई है।

(२) 'ख' एक छोटी सी बोतल है, जो नली द्वारा वायु-चूषक से संबंधित है। इसमें गाढ़ा गन्धक का तेजाब भरा रहता है। यही बड़ी बोतल 'क' की

नमी को U-नलियों तक पहुँचने से रोकती है।

(३) 'ग' सकेत तीन U-नलियों का द्योतक है। इनमें शुष्क कैल्शियम क्लोराइड भरा रहता है। कैल्शियम क्लोराइड में यह विशेष गुण है कि वह आर्द्रता को सोख लेता है।

सर्वप्रथम तीनों U-नलियों को शेष उपकरणों से पृथक करके तोल लेते हैं फिर उनको जोड़कर वायुचूषक में पानी के समतल को नोट कर लेते हैं। इसके बाद टोटी को खोलकर वायुचूषक से धीरे-धीरे पानी बाहर निकाला जाता है, जिसके फलस्वरूप वायु U-नलियों में से होती हुई वायुचूषक में प्रवेश करती है और बाहर निकले हुए पानी के रिक्त स्थान की पूर्ति करती है। जब वायु का पर्याप्त आयतन वायुचूषक के अन्दर आ जाता है, तब टोटी को बन्द कर देते हैं और तीनों U-नलियों को फिर से तौलते हैं। दोनों भारों का अन्तर शोषित आर्द्रता की मात्रा दर्शाता है। वायुचूषक में पानी के समतल की अन्तिम स्थिति नोट कर लेते हैं। इसके बाद वायुचूषक का फिर प्रारम्भिक तल तक भर लेते हैं और पूर्वोक्त प्रयोग को दुहराते हैं। इस बार जलवाष्प से सतृप्त वायु को खींचते हैं और जब पूर्वोक्त अन्तिम स्थिति आ जाती है, तब टोटी को बन्द कर देते हैं। इस प्रकार उसी आयतन की सतृप्त वायु में विद्यमान जलवाष्प की मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। फिर निम्नलिखित सूत्र की सहायता से आपेक्षिक आर्द्रता निकाल लेते हैं —

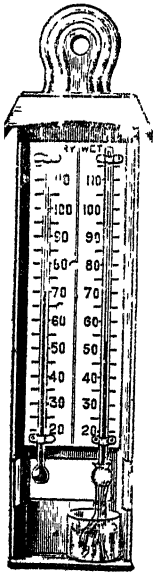
आपेक्षिक आर्द्रता = $\frac{\text{वायु के किसी आयतन में विद्यमान जलवाष्प}}{\text{सतृप्त वायु के उसी आयतन में विद्यमान जलवाष्प}} \times 100$

(२) भौतिक आर्द्रतामापक

ये अनेक प्रकार के होते हैं। इनमें से एक 'आर्द्र एव शुष्क बल्ब आर्द्रता-मापक' (Wet and Dry Bulb Hygrometer) है।

इस यंत्र में साधारणतः पारे के दो थर्मामीटर होते हैं, जो चित्रानुसार स्टेण्ड पर लम्बवत् दिशा में लटके रहते हैं। इनमें से एक थर्मामीटर का बल्ब सदा खुला रहता है, किन्तु दूसरे थर्मामीटर के बल्ब पर मखमल का कपड़ा लिपटा रहता है, जो पानी से सदा भीगा रहता है। उसे हमेशा तर बनाये रखने के लिये कपड़े का निचला भाग सदैव जलपात्र में डबा रहता है।

इस आर्द्रतामापक में आर्द्र बल्ब के पृष्ठ पर भाप बनती है, किन्तु शुष्क बल्ब के पृष्ठ पर नहीं। अतएव भाप बनने के वेग के अनुसार दोनों थर्मामीटरों के तापक्रमों में अन्तर हो जाता है। वायु जितनी शुष्क होती है, वाष्प उतनी ही शीघ्रता से बनती है। यदि दोनों थर्मामीटरों के तापक्रमों में कम अन्तर होता है, तो इसका यह अर्थ होता है कि आर्द्र बल्ब से बहुत धीरे-धीरे भाप बन रही है — अन्य शब्दों में आपेक्षिक आर्द्रता अधिक है। यदि वायु जलवाष्प से सतृप्त होती है, तो भाप बिल्कुल ही नहीं बनती है और दोनों थर्मामीटर एक ही तापक्रम प्रदर्शित करते हैं।



चित्र २९६—आर्द्र एव
शुष्क बल्ब का
आर्द्रतामापक

आर्द्र एव शुष्क बल्बो के तापक्रम से तथा दी हुई सारिणी की सहायता से आपेक्षिक आर्द्रता और ओसाक की गणना की जाती है।

गणना

इस यत्र द्वारा आपेक्षिक आर्द्रता एव ओसाक निकालने के लिये हम निम्नलिखित सूत्रों का उपयोग करते हैं —

$$\frac{t^\circ \text{ पर शुष्क एव आर्द्र बल्बो के तापक्रम के अन्तर पर वाष्प-दबाव}}{t^\circ \text{ पर सतृप्त वाष्प दबाव}} \times 100$$

$$= \frac{\text{ओसाक पर सतृप्त वाष्प दबाव}}{t^\circ \text{ पर सतृप्त वाष्प दबाव}}$$

एक उदाहरण से यह स्पष्ट होगा —

आपेक्षिक आर्द्रता =

उदाहरण—यदि शुष्क बल्ब का तापक्रम १८°C हो और आर्द्र बल्ब का तापक्रम १६°C हो, तो निम्नांकित सारिणी की सहायता से आपेक्षिक आर्द्रता और ओसाक निकालिये।

सारिणी

सतृप्त वाष्प का दबाव (मिलीमीटर में)

शुष्क बल्ब का तापक्रम t°	शुष्क एव आर्द्र बल्बो के तापक्रम का अन्तर						
	0°	१°	२°	३°	४°	५°	६°
१०	९२	८१	७०	६०	५०	४०	३१
११	९८	८७	७६	६५	५५	४५	३५
१२	१०५	९३	८२	७१	६०	५०	४०
१३	११२	१००	८९	७६	६५	५५	४५
१४	११९	१०७	९४	८३	७१	६१	५०
१५	१२७	११४	१०१	९०	७८	६६	५५
१६	१३५	१२२	१०९	९७	८४	७३	६०
१७	१४४	१३०	११७	१०४	९१	८०	६७
१८	१५४	१३९	१२५	११२	९९	८६	७५
१९	१६३	१४९	१३४	१२०	१०७	९४	८१
२०	१७४	१५९	१४३	१२९	११५	१०२	८८

सारिणी से १८° C पर सतृप्त वाष्प का दबाव

= १५.४ मिली मीटर

१८-१६ = २°C के अन्तर पर और १८°C पर सतृप्त वाष्प-दबाव

$$= १२५ \text{ मिलीमीटर}$$

आपेक्षिक आर्द्रता

$$= \frac{१२५}{१५४} \times १०० = ८० \text{ प्रतिशत}$$

इस दशा में, ओसाक वह तापक्रम है, जिस पर वाष्प-दबाव १२५ मिलीमीटर है। सारिणी से विदित होता है कि १४°C पर वाष्प दबाव ११९ मि० मी० है और १५°C पर १२७ मि० मी० है। अतएव ओसाक १४°C और १५°C के बीच में कहीं होगा।

$$(१२७ - ११९) = ८ \text{ मिलीमीटर अन्तर है } १^{\circ}\text{C पर}$$

$$(१२५ - ११९) = ६ \quad \text{ " " } \quad \left(\frac{६}{८} \right)^{\circ}\text{C}$$

$$\text{॥ } ६ \text{ ओसाक} = १४.७५^{\circ}\text{C}$$

७. मेघ

(१) परिभाषा एवं उत्पत्ति

धरातल से कुछ ऊँचाई पर लटकती हुई जलवाष्प की द्रवीभूत राशि को हम 'मेघ' कहते हैं। वायुमण्डल को यह जलवाष्प धरातल पर स्थित नदियों झीलो, सागरों एवं अन्य जलाशयों के वाष्पीकरण से मिलती है। मेघ और कुहरे में इसके अतिरिक्त और कोई भी अन्तर नहीं है कि कुहरा धरातल के निकट होता है और मेघ धरातल से काफी ऊँचाई पर होते हैं। कुहरे के समान मेघ की उत्पत्ति भी किमी वायु-राशि के सर्वत्र एक साथ ठण्डे होने से होती है। मेघों की रचना के लिये वायु अनेक प्रकार से ठण्डी होती है, उदाहरण के लिये—

(१) वायुमण्डल के घूलिकणों से विकिरण द्वारा ताप का क्षीण होना। यह तभी संभव है, जब वायु बिल्कुल शान्त हो।

(२) शीतल और उष्ण वायु का मिलना—जब दो असमान तापक्रम की वायु-राशियाँ परस्पर मिलती हैं, तब द्रवीभवन (Condensation) होता है।

(३) वायु का ऊपर उठना—जब वायु ऊपर उठती है, तो दबाव के घटने से वह फैलती है, फैलने से उसका तापक्रम घटता है और जब तापक्रम ओसाक पर पहुँचता है, तब द्रवीभवन होता है।

(२) मुख्य प्रकार

बादल मुख्यतः चार प्रकार के होते हैं —

(१) स्तरित (Stratus)

(२) कुतल (Cirrus)

(३) वर्षुक (Nimbus)

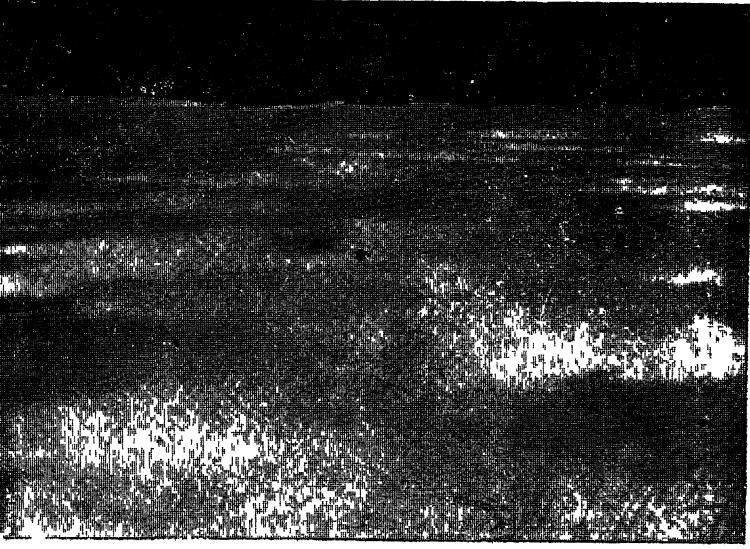
(४) कुज (Cumulus)

किन्तु ऐसा शायद कभी ही होता हो कि इनमें से किसी एक प्रकार के बादल आकाश में हों। प्रायः इन प्रकारों के मिश्रण पाये जाते हैं। अन्तर्राष्ट्रीय समझौते द्वारा इन चार मुख्य प्रकारों के दस मिश्रण स्वीकार किये गये हैं।

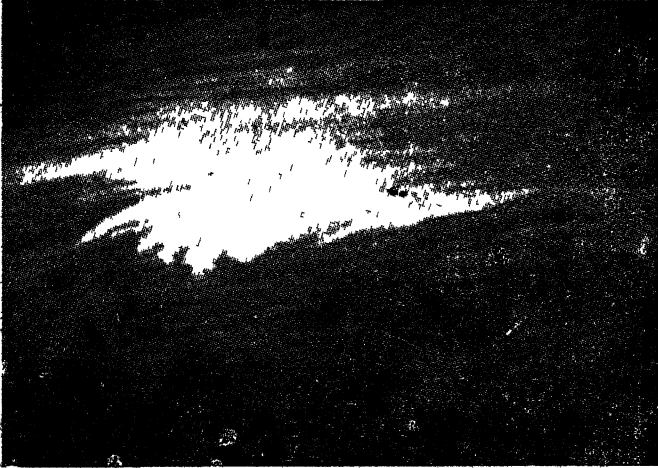
(१) स्तरित मेघ (Stratus Clouds)

अन्य मेघों की तुलना में ये सबसे नीचे पाये जाते हैं। ये धरातल से कुछ ऊँचे से लेकर २५०० फुट की ऊँचाई तक पाये जाते हैं। जैसा कि इनके नाम से स्पष्ट है, ये स्तरों के रूप में होते हैं। इनकी सरचना सर्वत्र समान होती है और कुहरे से

[पृष्ठ ३३२ से सामने]



चित्र २९७—स्तरित मेघ (Stratus Clouds)

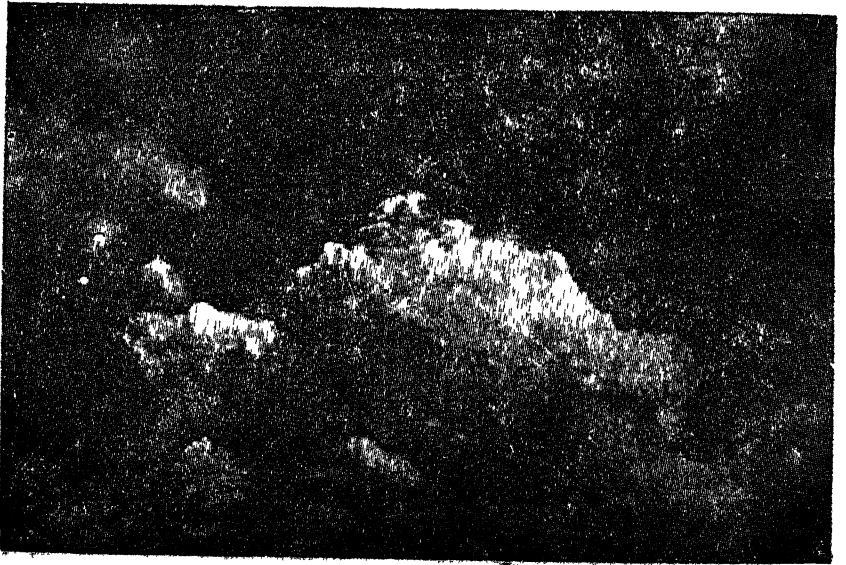


चित्र २९८—कुतल मेघ (Cirrus Clouds)

[पृष्ठ ३३३ के सामने]



चित्र २९९—वर्षुक मेघ (Nimbus Clouds)



चित्र ३०४—कुंज मेघ (Cumulus Clouds)

मिलती जुलती है। प्रायः ये अन्य मेघों के नीचे रहते हैं। अधिकांशतः इनकी उत्पत्ति विकिरण द्वारा भाप के क्षीण होने से होती है।

ये मेघ प्रायः स्थानीय होते हैं और इनके खण्डित होते ही नीला आकाश दृष्टिगोचर होता है।

(२) कुतल मेघ (Cirrus Clouds)

ये बादल सबसे अधिक ऊँचाई पर बनते हैं। ये प्रायः ५ मील से ८ मील की ऊँचाई तक पाये जाते हैं। ये छोटे-छोटे हिमकणों से बनते हैं और इनमें जलवाष्प की मात्रा कम होती है। बहुधा इन मेघों का मध्य भाग सफेद रंग का होता है जिससे रेखाएँ जैसी रेखाएँ बाहर निकली हुई दिखलाई देती हैं। ये बादल कोमल होते हैं और दूर से चिड़ियों के पंख जैसे दिखलाई देते हैं। दिन में ये मेघ शुभ्र स्वेत वर्ण के दिखलाई देते हैं, परन्तु सूर्यास्त के समय इनमें अनेक ज्वलन्त वर्ण (Brilliant Colours) दिखते हैं।

(३) वर्षुक मेघ (Nimbus Clouds)

जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, इनसे वर्षा बहुत होती है। ये बादल-धरातल के बहुत निकट होते हैं। बहुधा ये १००० फुट से लेकर ८००० फुट की ऊँचाई तक पाये जाते हैं। ये बादल काले, घने, एक सी संरचना के और आकृतिहीन होते हैं।

इन बादलों का नवीन नाम वर्षुक-स्तरित (Nimbo-stratus) मेघ है। इस श्रेणी के बहुत नीचे और खडित बादलों को 'छिन्न वर्षा मेघ' (Fracto-stratus Clouds) कहते हैं। नाविक इसे 'स्कड' (Scud) कहते हैं।

(४) कुज मेघ (Cumulus Clouds) अथवा ऊर्णा मेघ (Wool pack Clouds)

ये बादल स्वयं काफी ऊँचे होते हैं और धरातल से काफी ऊँचाई पर पाये जाते हैं। इनका निचला भाग अथवा आधार धरातल से ३००० फुट से लेकर १०,००० फुट की ऊँचाई तक पाया जाता है और इनकी ऊँचाई आधार से ३ किलोमीटर तक होती है। इनका आधार क्षैतिज एव सपाट होता है किन्तु इनका ऊपरी भाग गुम्बद की भाँति गोलाकार होता है और उसमें गोभी के फूल की तरह वर्धन होते हैं। बहुधा बहुत से कुज मेघ आपस में मिलकर ऐसे दिखलाई देते हैं जैसे रेल के इंजन से निकलती हुई भाप। ये बादल घने होते हैं और इन बादलों से वर्षा भी होती है। ये अधिकांशतः वायु के ऊपर उठने से बनते हैं। इन मेघों के विषय में यह लोकोक्ति प्रसिद्ध है—

'If woolly fleeces spread the heavenly way,
Be sure no rain disturbs the summer day'

जब कुज मेघ विदीर्ण होकर छोटे-छोटे पतले टुकड़ों के रूप में प्रवाहित होने लगते हैं तब हम इन्हें 'छिन्न कुज' (Fracto Cumulus) कहते हैं।

(३) मेघों का अन्तर्राष्ट्रीय वर्गीकरण

अन्तर्राष्ट्रीय घनवातिकीय महासभा (International Meteorological

(Congress) ने मेघों का वर्गीकरण इस प्रकार किया है —

(१) कुन्तल (Cirrus)—ये मेघ कोमल और कम घने होते हैं। इनका आकृति छितरे हुए रेखा जैसी होती है। ये बादल आपस में गुथे नहीं रहते, वरन् एक दूसरे से पृथक् रहते हैं। ये प्रायः छायाहीन सफेद वर्ण के होते हैं। दूर से ये चिड़ियों के पख जैसे लगते हैं। ये ३० हजार से ४० हजार फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(२) कुन्तल-स्तरित (Cirro-stratus)—ये पतले स्तर के सफेद बादल होते हैं। कभी-कभी ये समस्त आकाश को पूर्ण रूप से ढक लेते हैं, जिससे वह दूधिया (Milky) हो जाता है। ऐसी दशा में हम इन्हें कुन्तल-नीहारिका (Cirro-Nebula) कहते हैं। कभी-कभी ये उलझे हुए जाले (Web) जैसे प्रतीत होते हैं। इन बादलों से सूर्य अथवा चन्द्रमा की रूपरेखा अस्पष्ट नहीं होती, परन्तु उनके प्रभामण्डल (Haloes) बन जाते हैं। ये मेघ २३,००० फुट से लेकर ३३,००० फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(३) कुन्तल-कुज (Cirro-cumulus)—ये मेघ प्रायः दो रूपों में पाये जाते हैं—(१) छोटी-छोटी गोलाकार राशियों में तथा (२) छोटी-छोटी सफेद छायाहीन अथवा अल्प छायायम पट्टियों में। दोनों ही दशाओं में ये पक्षियों या समूह में पाये जाते हैं। सूर्य के प्रकाश में ये चमक उठते हैं। ये मेघ २३,००० फुट से लेकर ३३,००० फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(४) उच्च-स्तरित (Alto-stratus),—ये मेघ भूरे अथवा नीले वर्ण के मोटे स्तरों में होते हैं। इनमें सूर्य अथवा चन्द्रमा वैसे ही दिखलाई देते हैं जैसे धुँधले काच में, किन्तु उनके प्रभामण्डल (Haloes) नहीं दिखलाई देते। ये १०,००० फुट से लेकर २०,००० फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(५) उच्च-कुज (Alto-cumulus)—ये सफेद अथवा भूरे रंग के अशत छायादार विशालकाय पुंज हैं। बहुधा ये परस्पर गुथे रहते हैं, जिससे इनके किनारे स्पष्ट नहीं दिखलाई देते। कभी-कभी ये पतले स्तरों में भी पाये जाते हैं। ये मेघ १३ हजार फुट से लेकर २० हजार फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(६) स्तरित कुज (Strato-cumulus)—ये बादल काले रंग की विशाल गोलाकार राशियों से बने होते हैं। बहुधा ये सम्पूर्ण आममान को ढक लेते हैं। जाड़ों में ऐसा बहुत होता है। ये ३ हजार फुट से लेकर १३ हजार फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(७) वर्षक मेघ (Nimbus)—ये काले रंग के आकृतिहीन मोटे स्तर होते हैं। इनके किनारे कटे-फटे (Ragged) होते हैं। प्रायः इनसे जल एव हिम की वृष्टि होती है। ये ६०० फुट की ऊँचाई से लेकर १० हजार फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(८) कुज मेघ (Cumulus)—ये बादल काफी घने होते हैं। इनका ऊपरी भाग गुम्बद के समान गोलाकार होता है और उसमें गोभी के फूल की भाँति वर्धन होता है। इनका निचला भाग अथवा आधार क्षैतिज एव सपाट होता है। इनके आधार और शीर्ष का अन्तर ३ किलोमीटर तक पाया गया है। इसमें इनके लम्बवत् विकास के महत्त्व पर प्रकाश पड़ता है। इनका आधार धरातल से

३ हजार फुट से लेकर १० हजार फुट तक की ऊँचाई पर पाया जाता है। इनके विषय में यह लोकोक्ति प्रसिद्ध है— ;

'If woolly fleeces spread the heavenly way,
Be sure no rain disturbs the summer day,

(यदि आकाश में ऊनी गुच्छे फैल जाते हैं तो निश्चित जानिये ग्रीष्म दिवस को वर्षा बाधा नहीं पहुँचायेगी।)

(९) कुज-वर्षुक मेघ (Cumu'o-nimbus)—इन्हे गर्जन मेघ (Thunder clouds) भी कहते हैं। ये काफी भारी होते हैं। इनकी आकृति पहाड़ों जैसी होती है। इनके आधार और शीर्ष का अन्तर ७ किलोमीटर तक पाया जाता है, जिससे प्रकट है कि इनमें लम्बवत विकास बहुत होता है। इनके ऊपरी भाग पर रेसोदार पतन बन जाते हैं जिन्हें हम 'मिथ्या कुतल' (False Cirrus) कह सकते हैं। इन बादलों के नीचे वर्षुक मेघ से मिलते जुलते बादल पाये जाते हैं।

(१०) स्तरित मेघ (Stratus)—जैसा कि इनके नाम से प्रकट है ये मेघ स्तरवत् होते हैं। इनकी संरचना सर्वत्र एक सी होती है। ये कुहरे से मिलते जुलते हैं। इनमें और कुहरे में केवल यह अन्तर है कि कुहरा पृथ्वी का स्पर्श करता है और ये पृथ्वी से उठे रहते हैं। ये मेघ प्रायः स्थानीय होते हैं और इनके खण्डित होते ही नीला आकाश दृष्टिगोचर होता है। ये घरातल से लेकर ढाई हजार फुट तक की ऊँचाई पर पाये जाते हैं।

(४) भारतीय घनवातिकीय विभाग का वर्गीकरण

भारतीय घनवातिकीय विभाग (Indian Meteorological Department) ने बादलों का वर्गीकरण कुलों और जातियों में किया है, जो इस प्रकार है —

कुल क—उच्च मेघ

औसत ऊपरी समतल (Mean upper level)	१२ किलोमीटर
औसत निचला समतल (Mean lower level)	७ किलोमीटर
(१) जाति—कुन्तल मेघ (Cirrus)	
(२) जाति—कुन्तल-स्तरित मेघ (Cirro-stratus)	
(३) जाति—कुन्तल कुज मेघ (Cirro-cumulus)	

कुल ख—मध्य मेघ

औसत ऊपरी समतल	७ किलोमीटर
औसत निचला समतल	३ किलोमीटर
(४) जाति—उच्च कुज मेघ (Alto-cumulus)	
(५) जाति—उच्च-स्तरित मेघ (Alto-Stratus)	

कुल ग—निम्न मेघ

औसत ऊपरी समतल	४ किलोमीटर
औसत निचला समतल	घरातल के निकट
(६) जाति—स्तरित-कुज मेघ (Strato-cumulus)	

(७) जाति—स्तरित मेघ (Stratus)

(८) जाति—वर्षुक-स्तरित मेघ (Nimbo-stratus)

कुल घ-- लम्बवत विकास के बादल (Clouds
with vertical development)

औसत ऊपरी समतल-परिवर्तनशील, कुजवर्षुक (Cumulo-nimbus) मेघ में
इसकी ऊँचाई १०-१२ किलोमीटर हो सकती है।

औसत निचला समतल-०.५ किलोमीटर

(९) जाति—कुज मेघ (Cumulus)

(१०) जाति—कुज-वर्षुक मेघ (Cumulo-nimbus)

मेघों की उपर्युक्त सभी जातियों का सक्षिप्त वर्णन अन्तर्राष्ट्रीय वर्गीकरण
के अन्तर्गत हो चुका है। भारतीय वर्गीकरण में एक नवीन शब्द 'वर्षुक-स्तरित'
(Nimbo stratus) आया है। वास्तव में वह वर्षुक (Nimbus) मेघ का ही
नवीन नाम है। वर्षुक मेघ की व्याख्या अन्तर्राष्ट्रीय वर्गीकरण में की जा चुकी है।

द्वयालीसवाँ परिच्छेद

वृष्टि

(PRECIPITATION)

किसी क्षेत्र पर वायुमण्डल से गिरनेवाली समस्त जल की राशि को हम 'वृष्टि' कहते हैं। इसके तीन रूप हैं—(१) जलवृष्टि (२) हिमवृष्टि तथा (३) हिमोपल वृष्टि अथवा ओले गिरना।

१ जलवृष्टि

(१) जलवृष्टि के प्रकार

जलवृष्टि तीन प्रकार की होती है —

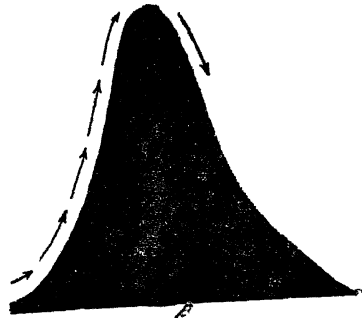
- (क) पर्वतीय वर्षा (Relief Rainfall)
- (ख) सवाहन की वर्षा (Convective Rainfall)
- (ग) चक्रवातीय वर्षा (Cyclonic Rainfall)

(क) पर्वतीय वर्षा

जब किसी वायु-प्रवाह के पथ में पर्वत आ जाता है, तब उसे उस पर चढ़ने के लिये बाध्य होना पड़ता है। ज्यों ज्यों यह वायु ऊपर जाती है, त्यों त्यों उसके ऊपर का दबाव घटता जाता है। दबाव के घटने से वायु फैलती है और ठण्डी होती है। ठण्डे होने से उसकी आपेक्षिक आर्द्रता बढ़ जाती है। आपेक्षिक आर्द्रता क्रमशः बढ़ती है और कालान्तर में ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वायु जलवाष्प से सतृप्त (Saturated) हो जाती है। इसके पश्चात् वाष्प का द्रवीभवन (Condensation) होता है, जिससे मेघ बनते हैं। और ऊपर जाने पर मेघ द्रवीभूत होकर बरस पड़ते हैं।

पर्वत पर चढ़ने वाली वायु की ये विभिन्न अवस्थायें चित्र ३०१ में अंकित की गई हैं।

- वर्षा
- मेघों की रचना
- द्रवीभवन
- सतृप्ति
- आपेक्षिक आर्द्रता बढ़ना
- वायु का ठण्डा होना
- वायु का फैलना
- दबाव घटना
- पर्वत के कारण वायु का ऊपर उठना
- समुद्र से आनेवाली आर्द्र वायु



चित्र २९७—पर्वतीय वर्षा की विभिन्न अवस्थायें

(ख) सवाहन की वर्षा

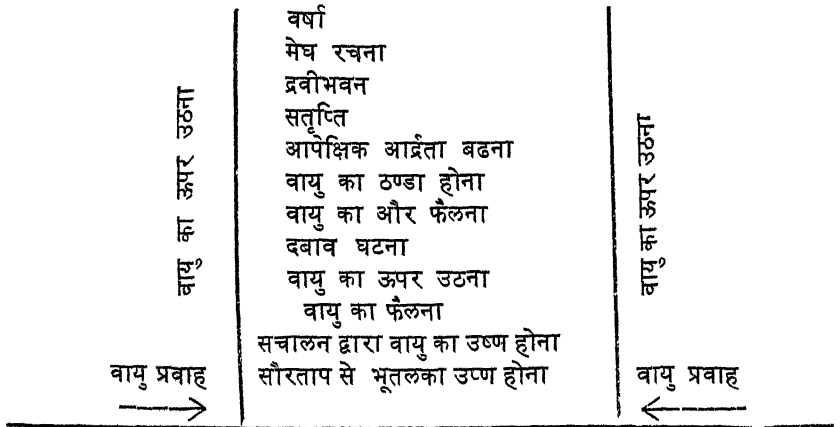
विशुद्ध रेखा के निकट सूर्य की किरणें लगभग वर्ष भर सीधी पड़ती हैं, जिससे वहाँ का धरातल उष्ण हो जाता है और वह संचालन (Conduction) द्वारा वायुमण्डल के सबसे नीचे स्तर को गरम करता है। यह वायु गरम होकर फैलती है। फैलने से उसका घनत्व कम हो जाता है। घनत्व के कम हो जाने से वह ऊपर उठती है।

इस वायु के ऊपर उठ जाने से जो स्थान रिक्त होता है, उसकी पूर्ति के लिये उत्तर और दक्षिण से हवाये चलती हैं, किन्तु उनकी भी वही दशा होती है और वे भी ऊपर उठती हैं।

ऊपर उठने वाली वायु प्रायः उन्ही क्रमिक अवस्थाओं से गुजरती है, जिनसे पर्वत पर चढ़ने वाली वायु गुजरती है। इन अवस्थाओं का उल्लेख पर्वतीय वर्षा के अतर्गत ऊपर हो चुका है। चित्र ३०२ में ये अवस्थाये अंकित की गई हैं।

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि पर्वतीय वर्षा और सवाहन की वर्षा में कुछ अन्य अन्तर है, जैसे—

(१) पर्वतीय वर्षा नियमित (Steady) होती है, किन्तु सवाहन की वर्षा प्रायः बौछार के रूप में होती है और उसके साथ बिजली की कड़क वाली आँधी (तडित्झझा) आती है। पर्वतीय वर्षा में वायु ढाल के ऊपर चढ़ती है, जिससे वह धीरे धीरे ठण्डी होती है किन्तु सवाहन की दशा में वायु लम्बवत् दिशा में ऊपर चढ़ती है जिससे वह शीघ्रता से ठण्डी होती है। अतएव द्वितीय दशा में वर्षा का तेज बौछार के रूप में होना स्वाभाविक ही है।



चित्र २९८—सवाहन की वर्षा की विभिन्न अवस्थाये

(२) दोपहर में धरातल सबसे अधिक गरम होता है अतएव सवाहन की वर्षा प्रायः दोपहर के बाद ही होती है। पर्वतीय वर्षा किसी भी समय हो सकती है। तडित्झझा अथवा बिजली की कड़क वाली आँधी (Thunderstorm) जब ताप के आधिक्य के कारण सवाहन वेग से होता है, तभी बिजली की

कड़क वाली आंधियाँ बहुत आती हैं। ऐसी दशा में मेघ विद्युन्मय (Electrically charged) हो जाते हैं, जिसे वे या तो अन्य बादलों को विसर्जित (Discharge) करते हैं, या मृथ्वी को। विद्युत-प्रभार (Electric charge) की उत्पत्ति बूदों के टूटने (Breaking) से होती है। यह ज्ञात हुआ है कि वर्षा-जल की बूदों का व्यास चौथाई इंच से अधिक होना संभव नहीं है। यदि बूद में इससे बड़ा आकार ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है, तो वह टूट जाती है। जिस समय बूदें टूटती हैं, उसी समय मेघ विद्युन्मय (Electrically charged) हो जाते हैं। यह भी ज्ञात हुआ है कि बूदों के गिरने का वेग २४ फुट प्रति सेकण्ड से अधिक नहीं हो सकता। अतएव, जब बूद गिरती है, यदि उस समय वायु २४ फुट प्रति सेकण्ड अथवा इससे अधिक वेग से ऊपर उठ रही हो, तो बूद धरातल तक नहीं पहुँच पाती। प्रायः ऐसा होता है कि बूद कुछ दूर तक वायुमण्डल में नीचे आती है, फिर वह ऊपर उठने वाले वायु प्रवाह में फँस जाती है और उसके साथ फिर ऊपर उठ जाती है। इस प्रकार वह अनेक बार नीचे आती है और फिर ऊपर जाती है, तब कहीं काफी समय के बाद धरातल पर पहुँचती है।

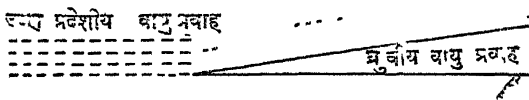
(ग) चक्रवातीय वर्षा

चक्रवात वृत्ताकार अथवा दीर्घ वृत्ताकार समभार रेखाओं की ऐसी व्यवस्था है, जिसमें बीच में दबाव कम होता है और चारों ओर क्रमशः बढ़ता जाता है। हवायें सदैव अधिक भार से कम भार की ओर प्रवाहित होती हैं, अतएव चक्रवात में चारों ओर से हवायें मध्य की ओर प्रवाहित होती हैं। ये हवायें फ़ैरल के नियम के अनुसार उत्तरी गोलार्ध में अपने दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्ध में अपने बाँयी ओर मुड़ जाती हैं। इस प्रकार चक्रवात में हवाओं का भ्रमण बन जाता है। चक्रवात स्थिर नहीं रहते। वे सदा चलते रहते हैं।

चक्रवात की रचना के लिये दो असमान तापक्रम की वायु-राशियाँ आवश्यक होती हैं। समशीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात ध्रुवीय (Polar) वायु-प्रवाह और उष्णप्रदेशीय (Tropical) वायु-प्रवाह के परस्पर संपर्क में आने से बनते हैं। ध्रुवीय वायु-प्रवाह शीतल ध्रुवीय क्षेत्रों की दिशा से आता है और उष्णप्रदेशीय वायु-प्रवाह उष्ण कटिबन्ध की ओर से।

चक्रवात के निर्माण की विवेचना ५८ वे परिच्छेद में की गई है।

उष्ण कटिबन्ध की वायु स्वभावतः उष्ण होती है, अतएव उसका घनत्व कम होता है। दूसरी ओर ध्रुवीय वायु ठण्डी होती है, जिससे उसका घनत्व अपेक्षाकृत अधिक होता है। जब ये दोनों वायुराशियाँ परस्पर मिलती हैं, तो ध्रुवीय



चित्र २१९—चक्रवात की उत्पत्ति

वायु भारी होने के कारण धरातल के निकट रहती है और उष्णप्रदेशीय वायु उसके ऊपर चढ़ जाती है। दोनों वायु राशियों के विभाजन का समतल ढाल की भांति तिरछा होता है जैसा कि चित्र ३०३ में प्रदर्शित किया गया है। जिस प्रकार पर्वतीय वर्षा में वायु ढाल पर ऊपर चढ़ती है, ठीक उसी भांति उष्णप्रदेशीय वायु भी ऊपर, चढ़ती है और उन्हीं उत्तरोत्तर अवस्थाओं से गजरती है अर्थात् वह फैलती है, ठण्डी होती है, उसकी आपेक्षिक आर्द्रता क्रमशः बढ़ती है, वह सतृप्त होती है उसमें द्रवीभवन होता है और अन्त में वर्षा होती है।

यहाँ पर यह उल्लेख कर देना उचित होगा कि चक्रवातीय वर्षा चक्रवातीय क्रियाशीलता (Cyclonic activity) पर निर्भर है, उसका धरातल की आकृति और तापक्रम की दशा से कोई संबंध नहीं है। उन क्षेत्रों में भी चक्रवातीय वर्षा संभव है, जहाँ पर्वतीय वर्षा बिल्कुल नहीं होती।

२ जलवृष्टि के वितरण को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

(१) ऊँचाई—मैदान की अपेक्षा पर्वतों पर वर्षा अधिक होती है क्योंकि वहाँ तक पहुँचने के लिये वायु को ऊपर चढ़ना पड़ता है, जिससे उसकी आर्द्रता क्रमशः बढ़ती जाती है और वह कालान्तर में वर्षा का कारण होती है। इस सिद्धान्त की विस्तृत विवेचना पूर्व में हो चुकी है। इस संबंध में यह उल्लेखनीय है, कि वर्षा की मात्रा पर्वतों की ऊँचाई और दिशा दोनों पर निर्भर है। यदि पर्वत अधिक ऊँचा होता है, तो उसके उन पार्श्व पर जो हवाओं के सम्मुख पड़ता है वाष्प का अधिकांश भाग द्रवीभूत हो जाता है और विमुख पार्श्व पर अपेक्षाकृत कम वर्षा होती है। पश्चिमी घाट के पश्चिम में अधिक वर्षा होने का यही कारण है। दूसरी ओर, यदि पर्वत नीचा होता है, तो उसके दोनों ढालों पर समान रूप से वर्षा होती है। पर्वत की दिशा यदि वायु की दिशा के समानान्तर होती है तो उससे वर्षा नहीं होती है। अरावली की पर्वत श्रेणियाँ ६० प० मानसून वायु की दिशा के समानान्तर हैं, अतएव उनसे वृष्टि नहीं होती है। राजस्थान के मरुस्थल होने में इन पर्वत श्रेणियों की दिशा भी बहुत कुछ उत्तरदायी है। यदि ये समकोण दिशा में होती, तो ६० प० हवाये इनसे टकराकर वर्षा करती।

(२) समुद्र से दूरी—जो स्थान समुद्र के निकट होते हैं, उनमें उन स्थानों की अपेक्षा जो समुद्र से दूर होते हैं, वर्षा अधिक होती है। आर्द्र वायु स्थल में जितनी अन्दर प्रवेश करती है, उतनी ही वह शुष्क होती जाती है।

(३) प्रवाहित होनेवाली हवायें—जो हवायें समुद्र से आती हैं, वे आर्द्र होती हैं, अतएव उनसे वर्षा होती है। इसके विपरीत स्थल से आने वाली हवायें सूखी होती हैं।

(४) महासागर की धारायें—गरम धारा के ऊपर प्रवाहित होने वाली वायु आर्द्र होती है और उससे वर्षा होती है। ठण्डी धारा के ऊपर प्रवाहित होने वाली हवायें प्रायः सूखी होती हैं।

(५) चक्रवातों की क्रियाशीलता (Cyclonic Activity)—चक्रवातों से कभी कभी पर्वतों के समुद्र-विमुख ढाल पर भी वर्षा हो जाती है जैसे इंग्लैंड में पैनाइन पर्वत (Pennines) के पूर्वी भागों में। इसके अतिरिक्त चक्रवातों से कभी कभी उन क्षेत्रों में भी वर्षा हो जाती है जहाँ शुष्क हवायें चलती हैं। उदाहरण के लिये पंजाब

में कभी कभी चक्रवात द्वारा जाडो में वर्षा हो जाती है। इस ऋतु में, अन्यथा, स्थल से आने वाली शुष्क मानसून वायु चलती है।

(६) अक्षांश—विषुवत रेखा के निकट सूर्य की किरणें प्रायः वर्ष भर सीधी पड़ती हैं, जिससे वहाँ वाष्पीकरण बहुत होता है। अतएव विषुवत रेखा के क्षेत्र में अन्य क्षेत्रों की तुलना में औसत जलवर्षा अधिक होती है। विषुवत रेखा के उत्तर और दक्षिण में सूर्य की किरणें तिरछी होती चली जाती हैं, जिससे वाष्पीकरण की मात्रा घटती जाती है और वर्षा भी कम होती चली जाती है।

(३) जल वर्षा का सामान्य वितरण

यह उल्लेख तो पूर्व में ही हुआ है कि वायु के ठण्डे होने से वर्षा होती है। ज्यो २ वायु ठण्डी होती है, त्यो २ उसकी आपेक्षिक आर्द्रता बढ़ती जाती है। कालान्तर में एक ऐसी अवस्था आ जाती है, जब वायु जलवाष्प से सतृप्त हो जाती है। इसके अनन्तर वर्षा होती है।

वायु के शीतल होने की तीन रीतियाँ हैं —

(१) जब वायु अपेक्षाकृत उष्ण प्रदेश से शीतल प्रदेश की ओर प्रवाहित होती है।

(२) जब वायु सवाहन के कारण अथवा पहाड़ आदि के मार्ग में आ जाने से ऊपर उठती है।

(३) जब उष्ण वायु, जिसमें जलवाष्प की मात्रा काफी होती है, शीतल वायु के सम्पर्क में आती है।

दूसरी ओर, वायु ज्यो २ गर्म होती है त्यो २ उसकी आपेक्षिक-आर्द्रता घटती जाती है। अतएव ऐसे प्रदेश जहाँ की प्रवाहित होने वाली वायु क्रमशः उष्ण होती रहती है, वर्षा रहित अथवा सूखी होती है। वायु के उष्ण होने की दो मुख्य रीतियाँ हैं —

(१) जब वायु अपेक्षाकृत शीतल प्रदेश से उष्ण प्रदेश की ओर प्रवाहित होती है।

(२) जब वायु वायुमण्डल में नीचे उतरती है।

संसार में जलवर्षा का सामान्य वितरण उपर्युक्त सिद्धान्तों पर आधारित है, जैसा कि निम्नलिखित तथ्यों से स्पष्ट है —

(१) विषुवत रेखा के क्षेत्र में सवाहन के कारण वायु सदा ऊपर उठती रहती है, अतएव इस कटिबन्ध में वर्षा बहुत होती है।

(२) ३०° अक्षांश के निकट वायुमण्डल में हवाये ऊपर से नीचे उतरती हैं, अतएव ये क्षेत्र शुष्क अथवा वर्षा रहित कटिबन्ध हैं।

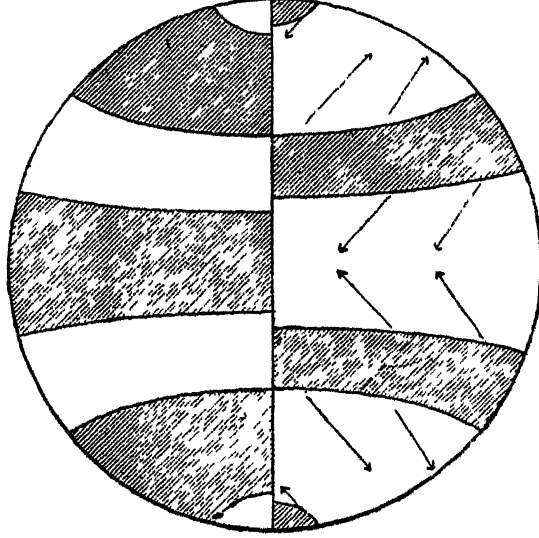
(३) शीतोष्ण कटिबन्ध में ध्रुवों की शीतल वायु-राशि उष्णप्रदेशीय (Tropical) उष्ण वायु-राशि के सम्पर्क में आती है, जिससे यहाँ चक्रवातीय वर्षा (Cyclonic Rain) होती है।

(४) ध्रुवीय प्रदेश में तापक्रम इतना नीचा होता है कि वहाँ जलवर्षा का प्रश्न ही नहीं उठता, हिमवर्षा अवश्य बहुत होती है।

सबसे अधिक वर्षा विषुवतीय कटिबन्ध में होती है, क्योंकि वहाँ प्रायः वर्ष भर सूर्य की किरणें लम्बवत् पड़ती हैं, जिससे सवाहन बहुत होता है।

वर्षा के प्रदेश

वायुभार के प्रदेश



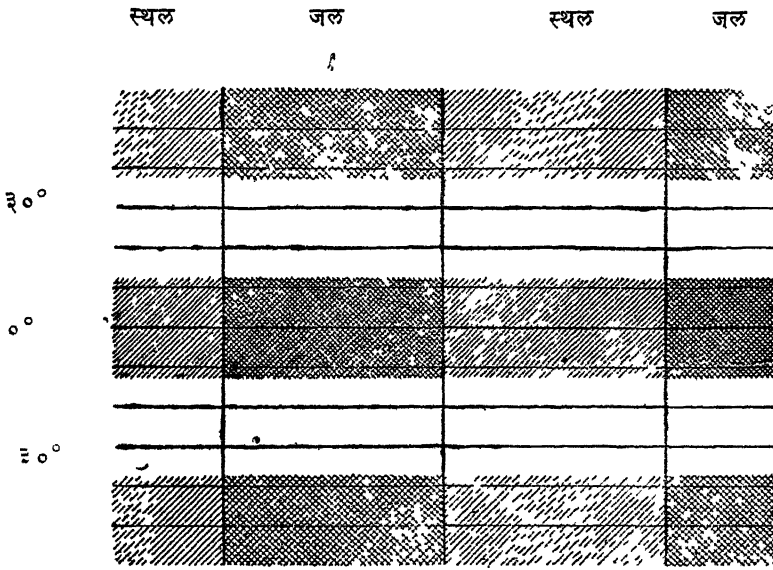
चित्र ३००—वर्षा और वायुभार का सम्बन्ध

चित्र ३०० में दबाव और वर्षा की पेटियों का परस्पर संबंध प्रदर्शित किया गया है। इस चित्र के अध्ययन से यह विदित होगा कि 30° अक्षांश वाली शुष्क पट्टी अधिक दबाव के कटिबन्ध की अपेक्षा विषुवत रेखा की ओर कुछ बढ़ी हुई है। इसका कारण यह है कि उत्तरी गोलार्ध में इसके दक्षिणी किनारे पर और दक्षिणी गोलार्ध में इसके उत्तरी किनारे पर, हवाएँ विषुवत रेखा की ओर प्रवाहित होती हैं, अतएव सूखी होती हैं। इसी प्रकार वर्षा का ध्रुवीय कटिबन्ध भी दबाव की पट्टी की तुलना में विषुवत रेखा की ओर कुछ बढ़ा हुआ है। इसका भी वही कारण है अर्थात् उत्तरी गोलार्ध में ध्रुवीय पट्टी के दक्षिण में और दक्षिणी गोलार्ध में ध्रुवीय पट्टी के उत्तर में हवाएँ ठण्डे प्रदेश से गर्म प्रदेश की ओर चलती हैं, जिससे वे सूखी होती हैं।

जल और स्थल के वितरण का प्रभाव

- इस संबंध में निम्नलिखित तथ्य उल्लेखनीय हैं —

(१) वाष्पीकरण की अधिकांश क्रिया महासागरों में होती है, अतएव स्थल की अपेक्षा महासागरों पर वर्षा भी अधिक होती है।



चित्र ३०१—वर्षा पर जल और स्थल के वितरण का प्रभाव

(२) शीतोष्ण कटिबन्ध में वर्षा मुख्यतः चक्रवातो से होती है और वह महाद्वीपों के आन्तरिक भागों की अपेक्षा तट पर अधिक होती है।

(३) विषुवत रेखा के कटिबन्ध में वर्षा वायु के ऊपर उठने से होती है और महाद्वीपों पर उसका वितरण सर्वत्र समान होता है।

उपर्युक्त सभी प्रभाव चित्र ३०५ में प्रदर्शित किये गए हैं।

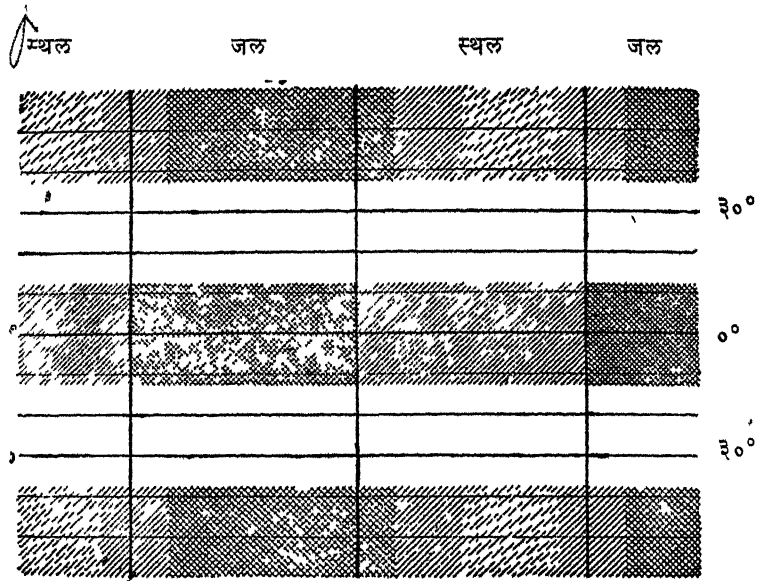
इसके अतिरिक्त वर्षा की सभी पेटियों में उत्तरी और दक्षिणी किनारों की ओर वर्षा की मात्रा क्रमशः घटती जाती है। ये गुण चित्र में प्रदर्शित नहीं किया गया है।

वायु का प्रभाव

शीतोष्ण कटिबन्ध में पछुवा हवाये चलती हैं। उनके कारण सागर की आर्द्रता महाद्वीपों के पश्चिमी तट में तथा स्थल की शुष्कता महासागरों के पश्चिमी तट में प्रवेश कर जाती है। चित्र ३०६ से यह कथन स्पष्ट होगा। वास्तव में पछुवा हवाओं के कारण शीतोष्ण कटिबन्ध के सूखे और वर्षा वाले भाग पूर्व की ओर खिसक जाते हैं। चित्र ३०५ और चित्र ३०६ की तुलना से यह कथन स्पष्ट होगा।

उष्ण कटिबन्ध में व्यापारिक हवाये चलती हैं। ये हवाये अपेक्षाकृत शीतल प्रदेश से उष्ण प्रदेश की ओर प्रवाहित होती हैं, अतएव सामान्यतः इनसे वर्षा नहीं

होती। केवल विशेष परिस्थितियों में इनसे वर्षा होती है, उदाहरण के लिये पथ में



चित्र ३०२—वर्षा पर वायु का प्रभाव

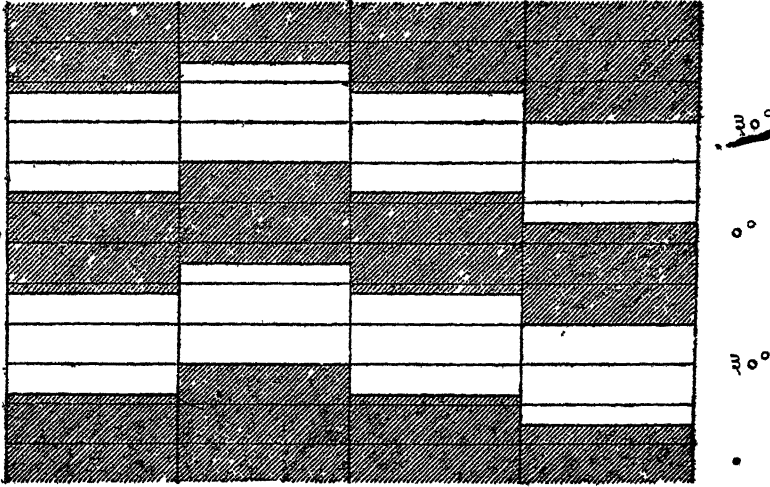
पहाड़ी आ जाने से जब इन्हे ऊपर चढ़ना पड़ता है। अनुकूल परिस्थितियों में इनसे महाद्वीपों के पूर्वी तट पर पश्चिमी तट की अपेक्षा अधिक वर्षा होती है।

ऋतु परिवर्तन के कारण वर्षा की पेटियों का खिसकना

ऋतुओं के साथ वर्षा की पेटियाँ भी खिसकती रहती हैं। जहाँ तक स्थानान्तरण की मात्रा का सबब है, प्रत्येक पेटि अधिक से अधिक लगभग 2° उत्तर या दक्षिण खिसक जाती है। अन्य शब्दों में उत्तरी गोलार्ध की गर्मी की ऋतु में विषुवतीय वर्षा-कटिबन्ध का मध्य भाग 2° उत्तर पर पहुँच जाता है और जाड़ों की ऋतु में 2° दक्षिण अक्षांश पर पहुँच जाता है।

चित्र ३०२ में विभिन्न ऋतुओं में वर्षा की पेटियों की स्थिति प्रदर्शित की गई है। इस चित्र के अध्ययन से ससार के विभिन्न भागों के वर्षा सबंधी अनेक तथ्य स्पष्ट हो जाते हैं। उदाहरण के लिये इस चित्र से यह स्पष्ट हो जाता है कि भूमध्य सागरीय जलवायु के प्रदेश में (30° और 40° अक्षांश के बीच में) वर्षा जाड़ों में क्यो होती है और गर्मियों में क्यो नहीं होती।

वसन्त विषुव→ग्रीष्म अयनान्त→शरद विषुव→शिशिर अयनान्त→



चित्र ३०७—जल वृष्टि की पेटियों का विवर्तन

इस चित्र से यह भी पता चलता है कि ५° और २०° आक्षांश के बीच में जाड़े सूखे होते हैं और गर्मियों में वर्षा होती है।

इसके अध्ययन से वर्षा सबंधी और भी तथ्यों का ज्ञान होता है—

- (१) सभी पेटियों के मध्य भाग में ऋतु-सबन्धी परिवर्तन सबसे कम होता है।
- (२) विषुवत् रेखा पर वर्ष भर वर्षा होती है।
- (३) शीतोष्ण कटिबन्ध के अधिकांश भाग में सभी ऋतुओं में वर्षा होती है।
- (४) शुष्क कटिबन्धों का मध्य-भाग प्रायः वर्ष भर सूखा रहता है। .. आदि

समवर्षा रेखायें (Isohyets)

कभी २ मानचित्रों में वर्षा का वितरण समवर्षा रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। समवर्षा रेखा वह कल्पित रेखा है, जो उन स्थानों के मिला देने से बन जाती है, जहाँ वर्षा की मात्रा समान हो।

संसार में सबसे अधिक जलवर्षा का स्थान

चिरापूजी (आसाम) में वार्षिक जलवर्षा लगभग ४६० इंच होती है, जो संसार में सबसे अधिक है।

२ हिमवृष्टि (Snowfall)

(१) सिद्धान्त एवं प्रकार

जब जलवाष्प के द्रवीभवन का तापक्रम ३२° फ० से कम होता है, तब वह पानी में परिणत न होकर हिम में परिणत होती है। आरम्भ में हिम सूक्ष्म मणिओं

(Crystals) के रूप में होती है। धीरे-धीरे २ अनेक हिम-मणिभ परस्पर चिपक कर एक हो जाते हैं। इस प्रकार अपेक्षाकृत बड़े आकार के शल्कल (Flakes) अस्तित्व में आ जाते हैं।

हिमवृष्टि दोनो ही रूप में होती है—(१) हिम के पृथक मणिभो के रूप में तथा (२) हिम शल्कलो (Snow flakes) के रूप में। वायुमण्डल में नीचे उतरते-~~प्रत्येक~~ प्रायः हिम पिघल जाती है, जिससे धरातल पर वह जल-वर्षा के रूप में गिरती है। अतएव, कभी-कभी ऐसा होता है, कि जब धरातल पर जलवर्षा होती है उसी समय निकटवर्ती पर्वतो पर हिमवृष्टि होती है।

सामान्यतः हिम का एक फुट जलवर्षा के एक इंच के बराबर माना जाता है, किन्तु यह सबब हिम की प्रकृति और संरचना पर निर्भर है।

(२) हिमवृष्टि का सामान्य वितरण

ध्रुवीय प्रदेशों में वर्ष के अधिकांश भाग में वृष्टि हिम के रूप में होती है। जैसे-जैसे हम ध्रुवों से विषुवत रेखा की ओर बढ़ते हैं, वैसे-वैसे हिमवृष्टि का काल और मात्रा दोनों ही घटते जाते हैं, यहाँ तक कि लगभग ४०° अक्षांश के अनन्तर सागर समतल पर हिमवृष्टि नहीं होती। हाँ, ऊँचे स्थानों की बात दूसरी है। ऊँचे भागों में तो विषुवत रेखा पर भी हिमवृष्टि होती है।

(३) हिमरेखा (Snow Line)

पर्वतो पर स्थायी हिम की निचली सीमा को हिमरेखा (Snow Line) कहते हैं।

किसी स्थल पर हिम रेखा की ऊँचाई निम्नलिखित प्रतिकारको पर निर्भर है —

(१) तापक्रम—किसी स्थान पर सागर-समतल का तापक्रम जितना ही अधिक होगा, हिमरेखा वहाँ उतनी ही ऊँची होगी। यही कारण है कि विषुवत रेखा की ओर हिमरेखा की ऊँचाई बढ़ती जाती है। आर्कटिक वृत्त के निकट हिमरेखा सागर-समतल पर होती है, विषुवत-रेखा की दिशा में वह ऊँची होती चली जाती है। ऋतुओं के अनुसार तापक्रम में विभेदन होते रहते हैं, अतएव हिमरेखा की ऊँचाई भी ऋतुओं के साथ बदलती रहती है। किसी भी स्थान पर शीत ऋतु की अपेक्षा ग्रीष्म-ऋतु में हिमरेखा की ऊँचाई अधिक होगी।

(२) बरातल का आकृति—पर्वतो के प्रपाती प्रवण (Steep Slope) पर हिम का अधिकांश भाग हिमाघाव (Avalanche) के रूप में नीचे खिसक जाता है। दूसरी ओर, पर्वतो के मन्द प्रवण (Gentle Slope) पर हिम उस समय तक अपने स्थान पर स्थिर रहती है, जब तक वह पिघलती नहीं है। अतएव प्रपाती प्रवण की अपेक्षा मन्द प्रवण पर हिम रेखा की ऊँचाई कम होती है।

(३) हिमवृष्टि की मात्रा—यदि अन्य प्रतिकारको का विचार न किया जाय तो आर्द्र क्षेत्रों की अपेक्षा शुष्क क्षेत्रों में हिमरेखा ऊँची होती है। उदाहरण के लिये हिमालय पर्वत के उत्तरी ढाल पर हिमरेखा दक्षिणी ढाल की अपेक्षा दो हजार फुट ऊपर रहती है, यद्यपि उत्तरी ढाल की अपेक्षा दक्षिणी ढाल का तापक्रम अधिक है। इससे

स्पष्ट है कि यहाँ पर हिमवृष्टि की मात्रा का अन्तर तापक्रम के अन्तर से अधिक महत्वपूर्ण है। ६० प० मानसून वायु की जलवाष्प का अधिकांश भाग हिमालय के दक्षिणी भाग में द्रवीभूत हो जाता है।

संसार के विभिन्न भागों में हिमरेखा की ऊँचाई

विषुवत रेखा के निकट हिमरेखा सागर-समतल से १८००० फुट से लेकर २०,००० फुट की ऊँचाई पर पाई जाती है। हिमालय पर्वत के दक्षिणी ढाल पर इसकी ऊँचाई १६००० फुट है और उत्तरी ढाल पर १८००० फुट। आल्प्स और पिरिनीज में इसकी ऊँचाई ८००० फुट से १०,००० फुट तक है, उत्तरी स्कैंडिनेविया में इसकी ऊँचाई ४००० फुट के लगभग है और ध्रुवों के निकट यह सागर-समतल पर पाई जाती है।

हिमालय की हिमरेखा

हिमालय पर्वत में अनेक श्रेणियाँ हैं। यह कथन कि हिमालय के दक्षिणी ढाल की अपेक्षा उत्तरी ढाल पर हिमरेखा अधिक ऊँचाई पर पाई जाती है, समस्त श्रेणियों के समूह के लिये है, किसी एक पृथक श्रेणी के लिये नहीं। यदि हम किसी एक श्रेणी का विचार करते हैं, तो विपरीत दशा पाते हैं अर्थात् किसी एक श्रेणी के दक्षिणी ढाल पर हिमरेखा की ऊँचाई उत्तरी ढाल से अधिक है। चित्र ३०८ से यह कथन स्पष्ट होगा।

उत्तर

दक्षिण



चित्र ३०८—हिमालय पर्वत की हिमरेखा

प्रत्येक श्रेणी के दोनों ढालों पर वृष्टि की मात्रा प्रायः समान है किन्तु उत्तरी ढाल की अपेक्षा दक्षिणी ढाल पर ताप अधिक होता है, अतएव हिमरेखा प्रत्येक श्रेणी में उत्तरी ढाल पर नीची है और दक्षिणी ढाल पर ऊँची। सबसे दक्षिण वाली श्रेणी में बीच की श्रेणी की अपेक्षा हिम-वृष्टि अधिक होती है, अतएव उसकी हिमरेखा मध्य श्रेणी की हिमरेखा से नीची है। इसी प्रकार मध्य-श्रेणी की हिम-रेखा उत्तरी श्रेणी से नीची है। अतएव, यद्यपि प्रत्येक श्रेणी का ढाल दक्षिण की ओर है, तथापि जब हम समस्त पर्वत श्रेणियों को एक समूह की दृष्टि से देखते हैं, तब हमें ज्ञात होता है कि हिम रेखा उत्तर में दक्षिण की अपेक्षा अधिक ऊँची है।

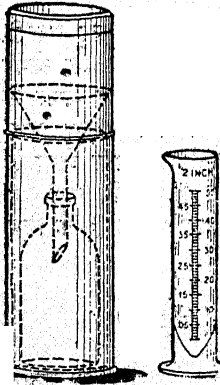
३ हिमोपल वृष्टि अथवा ओलो की वर्षा (Hail)

हिमोपल वृष्टि में कुज-वर्षुक (Cumulo-nimbus) मेघों से हिम के कठोर पिण्ड घरातल पर गिरते हैं। इस प्रकार की वृष्टि के साथ बिजली की कड़क वाली आँधियों अथवा तड़ित्त-झड़ाये (Thunder-storms) बहुधा आया करती हैं। हिमोपल अथवा ओले अनेक आक्रामक क्रोहते हैं और कभी कभी इनका आकार भी काफी बड़ा होता

है। चार इंच तक के व्यास के ओले पाये गए हैं, जिनका भार दो पाउंड से भी अधिक होता है। ओलों के बनने की क्रिया अब भी विवादास्पद है। ओलों में एकान्तर पर (Alternately) पारदर्शक एवं अपारदर्शक कर्पर (Shells) होते हैं। इससे यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि जब जमे हुए पानी की बूंद बादलों में से होकर नीचे आती है, तब उसके ऊपर पानी की तह इकट्ठी हो जाती है। जैसे जैसे बूंद नीचे आती है, वैसे वैसे इस तह का पानी जमता जाता है। संवाहन के प्रवाह के कारण जब बूंद फिर ऊपर जाती है तब उस पर पानी की दूसरी तह जम जाती है। इस तह का पानी बहुत शीघ्रता से जमता है क्योंकि ऊपर तापक्रम घटता जाता है और बूंद बड़े वेग से ऊपर जाती है। ओले के धरातल तक पहुँचने के पूर्व यह क्रिया अनेक बार होती है अर्थात् बूंद अनेक बार ऊपर जाती है और नीचे आती है। ओले की अपारदर्शक तहें पानी के जल्दी जमने की द्योतक हैं। यह तभी होता है जब बूंद ऊपर जाती है। दूसरी ओर पारदर्शक तहें पानी के धीरे धीरे जमने की सूचक हैं। यह तब होता है जब बूंद नीचे आती है।

वृष्टि मापन

यह उल्लेख तो ऊपर ही चुका है, कि वृष्टि के अन्तर्गत जलवृष्टि, हिम-वृष्टि तथा हिमोपल-वृष्टि तीनों आते हैं। जिस यंत्र से वृष्टि नापी जाती है, उसे वर्षा-मापक (Rain Gauge) कहते हैं। चित्र ३०९ में वर्षा-मापक प्रदर्शित किया गया है। इस यंत्र में एक बेलनाकार बर्तन के अन्दर बोटल रहती है। इस बोटल में एक कीप (Funnel) लगी रहती है। बोटल में एकत्र हुए पानी को नापने के लिए एक मापक जार होता है। इस मापक-जार के अंक कीप के क्षेत्रफल के अनुसार होते हैं। यह कथन उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिये कीप के मुख का क्षेत्रफल १५ वर्ग इंच है। ऐसी दशा में उसे एक इंच भरने के लिये १५ घन इंच जल की आवश्यकता होगी। अतएव किसी जार में १५ घन इंच पानी भर कर १ इंच का चिन्ह लगा देते हैं। इसी प्रकार ३० घन इंच पानी भर कर दो इंच का चिन्ह लगा दिया जाता है। अन्य शब्दों में मापक जार के चिन्ह घन इंच प्रदर्शित नहीं करते वरन् कीप के मुख के बराबर के क्षेत्र की गहराई दर्शाते हैं।



चित्र ३०९—वृष्टि मापक फुट की ऊँचाई पर रखा जाता है।

सही वृष्टि-मापन के लिये अनेक पूर्वोपाय अपेक्षित हैं:—

(१) यदि वर्षामापक यंत्र को धरातल पर रखा जाय तो कीप के बाहर उठे हुए छीटे उसमें प्रविष्ट हो जाते हैं। अतएव बोटल में जल की मात्रा वास्तविक वृष्टि जल से अधिक हो जाती है। यही कारण है कि इंग्लैंड में वर्षा मापक को धरातल से एक

(२) कीप में गिरने वाले जल का कुछ भाग छिटककर बाहर गिर जाता है। इसे रोकने के लिये कीप का किनारा दो तीन इंच तक लम्बवत् होना चाहिये।

(३) जब वृष्टि हिम के रूप में होती है, तब कभी कभी वृष्टि समाप्त होने के पूर्व कीप का मुह हिम से भर जाता है और वायुरोध के कारण वह बोतल में नहीं गिरती। ऐसी दशा में कीप में नापकर गरम पानी डाल देना चाहिये, जिससे हिम पिघलकर बोतल में चली जाय। बाद में मापित वृष्टि से गरम पानी के आयतन को घटा देना चाहिये।

भारतवर्ष और अंग्रेजी भाषा वाले देशों में वर्षा इंचों में नापी जाती है।^१ इस कथन का कि किसी स्थान में ३ इंच वर्षा हुई यह अर्थ होता है कि यदि वर्षा जल वही स्थिर रहता, जहाँ गिरा था, न उसका प्रवाह होता, न भूमि द्वारा शोषण और न ही वाष्पीकरण, तो धरातल पर उसका ३ इंच मोटा स्तर बन जाता।

^१ भारतवर्ष में अब मैट्रिक प्रणाली अपनाई जा रही है। उसके फलस्वरूप अब वर्षा इंचों के स्थान पर सैण्टीमीटरों और मिलीमीटरों में नापी जायगी।

सैतालीसवाँ परिच्छेद

वायु-राशियाँ तथा अग्र

(AIR MASSES AND FRONTS)

१ वायुराशि की परिभाषा

‘वायुराशि वायु के ऐसे विशाल पुञ्ज को कहते हैं, जिसके प्राकृतिक लक्षण विशेषकर तापक्रम एवं जलवाष्प समान ऊँचाई पर एक से होते हैं।’^१

२ वायुराशियों के वर्गीकरण का आधार

वायुराशि के लक्षण जो उससे सम्बन्धित मौसम को निर्धारित करते हैं, मुख्यतः उसके स्रोत-प्रदेश (Source Region) पर निर्भर हैं। पथ के प्रभाव भी उसमें थोड़ी मात्रा में सपरिवर्तन करते हैं, यद्यपि वे उतने महत्वपूर्ण नहीं होते जितना स्रोत-प्रदेश। वायुराशियों के किसी भी उपयोगी वर्गीकरण में उनसे सम्बन्धित मौसम की दशाओं का परिलक्षित होना आवश्यक है। अतएव ऐसा वर्गीकरण स्रोत-प्रदेश तथा पथ के सपरिवर्तनों पर आधारित होगा।

वायुराशियों के प्रमुख स्रोत-प्रदेश या तो उच्च-अक्षांशीय अर्थात् ध्रुवीय (P) हैं अथवा वे निम्न-अक्षांशीय अर्थात् उष्ण-प्रदेशीय (T) हैं। केवल उच्च एवं निम्न अक्षांश विस्तृत वायुराशियों के वास्तविक स्रोत हैं। मध्य अक्षांश अर्थात् शीतोष्ण प्रदेश ध्रुवीय तथा उष्णप्रदेशीय वायुराशियों की तीव्र मिथ क्रिया (Interaction) के क्षेत्र हैं। उनमें वायुराशि के उद्भव के लिये आवश्यक एकरूप दशायें नहीं पाई जाती। मध्य अक्षांशों में पाई जाने वाली वायुराशियों की उत्पत्ति की खोज करने पर हमें विदित होता है कि उनका उद्भव या तो ध्रुवीय प्रदेशों में हुआ है अथवा उष्ण-प्रदेशों में।

वायुराशियों का प्राथमिक वर्गीकरण, जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया, स्रोत-प्रदेश पर आधारित होगा। इस दृष्टि से वायुराशियों के दो वर्ग किये जा सकते हैं—(१) ध्रुवीय वायुराशियाँ तथा (२) उष्ण प्रदेशीय वायुराशियाँ। वर्गीकरण को सहज सुगम बनाने के लिये आर्कटिक वायु का हम ध्रुवीय वायु-राशि के अन्तर्गत तथा विषुवतीय वायु का उष्णप्रदेशीय वायुराशि के अन्तर्गत विचार करेंगे क्योंकि वे इनकी ही सपरिवर्तित रूप हैं।

ध्रुवीय तथा उष्णप्रदेशीय वायुराशियों को इस आधार पर कि उनकी उत्पत्ति महाद्वीप में हुई है अथवा महासागर में, पुनः दो-दो उप-वर्गों में बाँटा जा सकता है —

1. An Air-mass may be defined as a large body of air of almost uniform properties—specially as regards temperature and water-vapour at the same elevation.—Thomas A. Blair (Climatology)

द्वितीय वायुराशि (P) $\left[\begin{array}{l} (१) \text{ महाद्वीपीय (cP)} \\ (२) \text{ महासागरीय (mP)} \end{array} \right.$

उष्ण प्रदेशीय वायुराशि (T) $\left[\begin{array}{l} (१) \text{ महाद्वीपीय (cT)} \\ (२) \text{ महासागरीय (mT)} \end{array} \right.$

वायुराशियों के पथ के सपरिवर्तन दो प्रकार के होते हैं—(१) ताप-गत्यात्मक (Thermodynamic) तथा (२) यांत्रिक (Mechanical)

तापगत्यात्मक सपरिवर्तन (Thermodynamic modifications)—इनका कारण वायुराशि के नितल में तथा उस पृष्ठ में जिसके ऊपर वायुराशि की गति होती है, ताप का स्थानान्तरण है। सपरिवर्तन की मात्रा नीचे के पृष्ठ की प्रकृति पर निर्भर होती है। यदि वायु-राशि नीचे के पृष्ठ की अपेक्षा उष्ण होती है तो उसे हम W से अंकित करते हैं। इसके विपरीत, यदि वायुराशि नीचे के पृष्ठ की अपेक्षा शीतल होती है, तो उसे हम K से अंकित करते हैं। यहाँ पर यह उल्लेखनीय है कि W अथवा K यह सूचित नहीं करते कि वायुराशि उष्ण अथवा शीतल है, ये अक्षर केवल यह प्रदर्शित करते हैं कि वायुराशि का नितल अपने नीचे के पृष्ठ की तुलना में उष्ण है अथवा शीतल। तापगत्यात्मक सपरिवर्तन नीचे के पृष्ठ के वाष्पीकरण तथा ऊपर से गिरने वाले जल की बूदों से भी प्रभावित होता है।

यांत्रिक सपरिवर्तन (Mechanical modifications)—वायुराशि की स्थिरता (Stability) को प्रभावित करते हैं। ऐसी वायुराशियों को जिनका ऊपरी भाग स्थिर (Stable) होता है, हम s से अंकित कर देते हैं। दूसरी ओर ऐसी वायुराशियों को, जिनका ऊपरी भाग अस्थिर (Unstable) होता है, हम u से अंकित कर देते हैं। अधिकांश दशाओं में s सकेत प्रतिचक्र वातीय परिवहन प्रदर्शित करता है तथा u सकेत चक्रवातीय परिवहन दर्शाता है।

उपर्युक्त विवेचना के अनुसार वायुराशियों को १६ वर्गों में बाँटा जा सकता है। इस वर्गीकरण में प्रयुक्त होने वाले सकेतों का स्पष्टीकरण नीचे दिया जा रहा है—

P = Polar = द्वितीय

T = Tropical = उष्ण प्रदेशीय

m = Maritime = महासागरीय

c = Continental = महाद्वीपीय

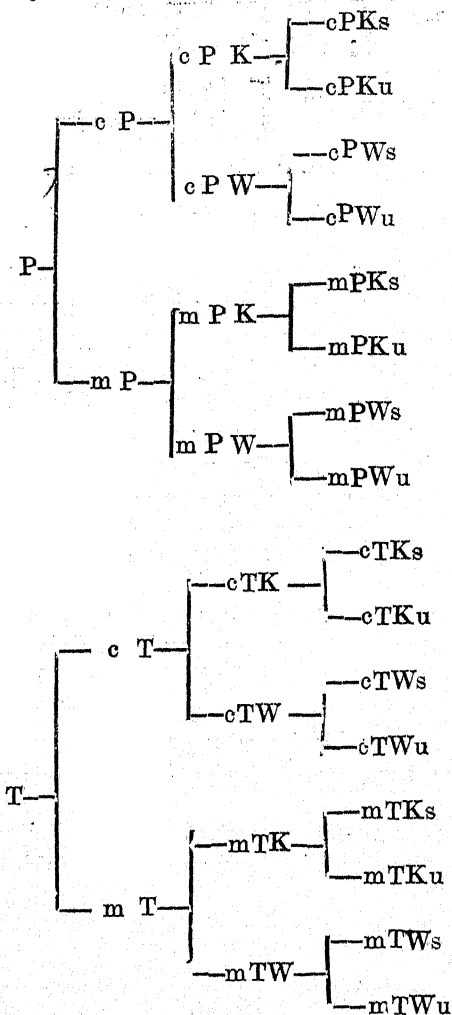
W = Cooled from below = नीचे से ठण्डी होने वाली

K = Heated from below = नीचे से गर्म होने वाली

s = Stable aloft = ऊपरी भाग स्थिर

u = Unstable aloft = ऊपरी भाग अस्थिर

३ वायुराशियों का वर्गीकरण (Classification of Air Masses)



इन वायुराशियों का संक्षिप्त वर्णन हम इन्हें प्रदर्शित करने वाले संकेतों की सहायता से कर सकते हैं। उदाहरण के लिये—

cPWs—यह महाद्वीप में उत्पन्न होने वाली ध्रुवीय वायुराशि है। अतएव यह शीतल तथा शुष्क वायुराशि है। यह वायुराशि नीचे के पृष्ठ की अपेक्षा उष्ण है। अतएव इसके निचले स्तर नीचे से ठंडे होते हैं। इसके ऊपरी स्तर स्थिर (Stable) हैं। संभवतः इसका सम्बन्ध किसी प्रतिचक्रवात से है।

४. भारतीय वायु-राशियाँ

श्री सुजान बान्धव चटर्जी ने अपनी कृति 'Indian Climatology' में भारतीय वायु-राशियों का यह वर्गीकरण किया है:—

भारतीय वायुराशियों को वर्गीकरण

क्रम अख्या	वायुराशि	उद्गम	भारतीय प्रदेश में प्रवेश	लक्षण	भारतीय प्रदेश में प्रमुखता का काल
१	बाह्य उष्ण प्रदेशीय (Tropical-Tropical) (क) पश्चिमी हिमालय की (ख) पूर्वी हिमालयकी (ग) शुष्क अन्तर्वर्ती	(क) मध्य एशिया और योरोप (ख) मध्य एशिया, तिब्बत तथा चीन (कभी-कभी निकट वर्ती सागरों में भी) (ग) उत्तरी अरब सागर भारतीय महास्थल (स्थानीय रचना)	(क) सीमा पार तथा पश्चिमी हिमालय (ख) तिब्बत, आसाम तथा ब्रह्मा के पार (निमज्जन द्वारा) (ग) पश्चिमी तट	(क) ध्रुवीय महाद्वीपीय (ख) ध्रुवीय महाद्वीपीय (कभी कभी ध्रुवीय महासागरीय) (ग) उष्ण महाद्वीपीय	(क) जाड़े की ऋतु (ख) फरवरी तथा जून के मध्य में नियत कालिक रूप में तथा मानसून ऋतु में (ग) ग्रीष्म ऋतु में तथा मानसून के उपरान्त
२	उष्ण प्रदेशीय (Tropical) (क) पश्चिमी प्रवाह (ख) आर्द्र अन्तर्वर्ती	(क) उ० अफ्रीका, अरब तथा ईरान (ख) संभवत विषुवत रेखा के उत्तर में ही सीमित	(क) सीमा तथा गुजरात के पार, सिन्ध एब पश्चिमी तट के अनु रूप (ख) दक्षिणी अरबसागर	(क) उष्ण महाद्वीपीय (ख) महाद्वीपीय समुद्रीय	(क) ग्रीष्म ऋतु तथा मानसून के उपरान्त (नियत कालिक रूप में) (ख) ग्रीष्म तथा मानसून ऋतुओं में नियतकालिक रूप में
३	विषुवतीय (Equatorial) (क) दक्षिणी पुरवैया (ख) द० प० मानसून	(क) विषुवतीय कटिबन्ध (ख) दक्षिणी गोलार्ध	(क) ब्रह्मा तथा दैना सरिम के पार (ख) द० हिन्द महा- सागर के पार	(क) महाद्वीपीय समुद्रीय (ख) ध्रुवीय समुद्रीय	(क) द० प० मानसून की परचगति का काल, जाड़े तथा गर्मियाँ (ख) मानसूनी ऋतु

(ख) अग्र (Fronts)

अग्र की परिभाषा—पृथ्वी के धरातल पर उष्ण तथा शीतल वायुराशियों को पृथक करने वाली रेखा को अग्र (Front) कहते हैं।

अग्रों का वर्गीकरण—अग्रों का वर्गीकरण दो आधारों पर किया जा सकता है—(१) भौगोलिक स्थिति के अनुसार तथा (२) वायुराशियों की गति के सन्दर्भ में—
(१) भौगोलिक स्थिति के अनुसार वर्गीकरण—भौगोलिक स्थिति के अनुसार अग्रों को तीन श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है—

(क) अन्तर उष्ण प्रदेशीय अथवा विषुवतीय अग्र (Inter-Tropical or Equatorial Fronts)—ये विषुवतीय ससृति (Equatorial convergence) के क्षेत्र में, जहाँ उत्तरी और दक्षिणी गोलार्धों की व्यापारिक (Trade) हवायें मिलती हैं, बनते हैं। इनके लक्षण विवादास्पद हैं। अधिकांश दशाओं में ससृत (Converging) वायुराशियों में ताप और घनत्व के अन्तर अधिक नहीं होते, जिससे प्रबल चक्रवात विकसित नहीं होते, यद्यपि अनेको निर्बल चक्रवात अस्तित्व में आ जाते हैं।

(ख) ध्रुवीय अग्र (Polar Fronts)—ध्रुवीय और उष्णप्रदेशीय वायुराशियों को पृथक करने वाली ससृतियों (Convergences) के अनेक असम्बद्ध अथवा खंडित कटिबन्धों के अनुरूप पाये जाते हैं। इनकी औसत स्थिति वायुमार्ग की द्रोणी के अनुरूप होती है। इनके अनुरूप वायु राशियों के तापक्रम के अन्तर बहुत अधिक होते हैं, अतएव प्रबल और बहुल चक्रवात विकसित होते हैं।

(ग) आर्कटिक तथा अण्टार्कटिक अग्र (Arctic and Antarctic Fronts)—उच्च अक्षांशों के अनुरूप जहाँ ध्रुवीय वायुराशियाँ ससृत होती हैं, पाये जाते हैं। इनके अनुरूप कहीं २ पर ध्रुवीय महाद्वीपीय वायुराशि ध्रुवीय महासागरीय वायुराशि के सम्पर्क में आती है। कहीं विषम प्रकृति की ध्रुवीय महासागरीय वायुराशियाँ मिलती हैं। सामान्यतः इन अग्रों में ध्रुवीय अग्रों की तुलना में तापक्रम के अन्तर कम होते हैं जिससे निर्बल चक्रवात ही बनते हैं। इन अग्रों में एक यह विशेषता पाई जाती है कि वे ऋतुओं के अनुसार सूर्यातपन की अभिवृद्धि और ह्रास के साथ स्थानान्तरित होते रहते हैं। गर्मियों में ये ध्रुवों की ओर खिसक जाते हैं।

(२) वायुराशियों की गति के सन्दर्भ में वर्गीकरण—इस आधार पर अग्रों को चार कोटियों में बाँटा जा सकता है—

(१) शीतल अग्र (Cold front)—वह अग्र है, जिसके अनुरूप शीतल वायुराशि उष्ण वायुराशि का प्रतिस्थापन करती है।

(२) उष्ण अग्र (Warm front)—वह अग्र है, जिसके अनुरूप उष्ण वायुराशि शीतल वायुराशि का प्रतिस्थापन करती है।

(३) स्थिर अग्र (Stationary front)—वह अग्र है, जिसके अनुरूप एक वायुराशि दूसरी वायुराशि को प्रतिस्थापित नहीं करती।

(४) अधिधारित अग्र (Occluded Front^१)—वह अग्र है, जो उस समय अस्तित्व में आ जाता है, जब शीतल अग्र उष्ण अग्र तक जा पहुँचता है।

1. 'An occluded front is a front resulting when a cold front overtakes a warm front' (S. Petterssen in his 'Introduction to Meteorology')

अड़तालीसवाँ परिच्छेद

जलवायुओं का वर्गीकरण

(CLASSIFICATION OF CLIMATES)

संसार की जलवायुओं का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया जा सकता है
जैसे—

- (१) जलवायु को नियन्त्रित करने वाले प्रतिकारकों के आधार पर
- (२) तापक्रम के आधार पर
- (३) वर्षा के आधार पर
- (४) वनस्पति के आधार पर
- (५) दैहिक तथा मनोवैज्ञानिक प्रभावों के आधार पर
- (६) अणु-जलवायुकी (Micro-Climatology) के आधार पर
- (७) कौपन के अनुसार
- (८) थैरिथेवेट के अनुसार
- (९) वृहद प्राकृतिक प्रदेशों के आधार पर आदि।

(१) जलवायु को नियन्त्रित करने वाले प्रतिकारकों के आधार पर वर्गीकरण

(क) अक्षांश के अनुसार

वर्गीकरण की रूपरेखा—इस आधार पर पृथ्वी को ५ कटिबन्धों में बाँटा गया है—

(१) उष्ण कटिबन्ध (Torrid Zone) इसका विस्तार कर्क और मकर रेखाओं के मध्य में है।

(२-३) शीतोष्ण कटिबन्ध (Temperate Zones)—उत्तरी गोलार्ध में यह कटिबन्ध कर्क-रेखा और आर्कटिक वृत्त के मध्य में है। दक्षिणी गोलार्ध में यह कटिबन्ध मकर रेखा और अण्टार्कटिक वृत्त के मध्य में है।

(४-५) शीत कटिबन्ध (Frigid Zones)—उत्तरी गोलार्ध में यह कटिबन्ध आर्कटिक वृत्त के उत्तर में स्थित है। दक्षिणी गोलार्ध में यह कटिबन्ध अण्टार्कटिक वृत्त के दक्षिण में स्थित है।

समीक्षा—यह वर्गीकरण स्थूल एवं यथार्थ है। कर्क और मकर रेखाओं के मध्य के सभी क्षेत्र उष्ण (Torrid) नहीं होते। इसी प्रकार कर्क रेखा और आर्कटिक वृत्त के मध्य में स्थित अथवा मकर रेखा और अण्टार्कटिक वृत्त के मध्य में स्थित अनेक स्थान शीतोष्ण नहीं हैं।

(ख) जल तथा स्थल के वितरण के अनुसार

वर्गीकरण की रूपरेखा—इस आधार पर जलवायु के दो प्रमुख विभाग किये गये हैं—(१) महाद्वीपीय जलवायु तथा (२) महासागरीय जलवायु। महाद्वीपीय जलवायु विषम जलवायु प्रदर्शित करती है। महासागरीय जलवायु सम (Moderate) जलवायु दर्शाती है।

समीक्षा—यह वर्गीकरण सर्वांगपूर्ण नहीं है। उदाहरण के लिये महाद्वीपों के आन्तरिक भाग उष्ण हो सकते हैं, शीतल हो सकते हैं, आर्द्र हो सकते हैं, शुष्क हो सकते हैं आदि आदि, जिससे महाद्वीपीय जलवायु के ही अनेक उपविभाग किये जा सकते हैं।

ग) ऊँचाई के अनुसार

वर्गीकरण की रूपरेखा—ऊँचाई के विचार से जलवायु के अनेक भेद किये जा सकते हैं, जैसे पर्वतीय जलवायु, पठारी जलवायु, निम्न क्षेत्रों की जलवायु आदि।

समीक्षा—वर्गीकरण का यह आधार भी आदर्श नहीं है क्योंकि निचले क्षेत्रों ही में अनेक प्रकार के जलवायु पाये जाते हैं।

(घ) वायु व्यवस्था के अनुसार

वर्गीकरण की रूपरेखा—इस आधार पर ऐसे जलवायु विभाग किये जा सकते हैं—डोलड्रम, ट्रेड हवाओं की जलवायु, मानसूनी जलवायु, पछुवा हवाओं की जलवायु आदि।

समीक्षा—यह आधार भी पूर्ण तथा वैज्ञानिक नहीं है।

(१) तापक्रम के आधार पर वर्गीकरण

तापक्रम जलवायु के दो सबसे अधिक महत्वपूर्ण तत्वों में से एक है। तापक्रम पेड़-पौधों तथा जीव-जन्तुओं के विकास एवं वितरण को निर्धारित करता है। अतएव, तापक्रम के अनुसार पृथ्वी के विभाग करना नितान्त स्वाभाविक एवं तर्कसंगत है। वास्तव में जलवायु के सभी आधुनिक वर्गीकरणों में प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष रूप से तापक्रम को एक आधार अवश्य माना जाता है। सूपान ने तापक्रम के अनुसार पृथ्वी को तीन कटिबन्धों में बाँटकर जलवायु का एक आरंभिक वर्गीकरण प्रस्तुत किया था :—

(१) उष्ण कटिबन्ध—स्थूल रूप से यह कटिबन्ध कर्क रेखा और मकर रेखा के मध्य में स्थित है। इसका औसत वार्षिक तापक्रम 20° सें० (68° फ०) है।

(२) शीत कटिबन्ध—उत्तरी गोलार्ध में आर्कटिक वृत्त के उत्तर में तथा दक्षिणी गोलार्ध में अण्टार्कटिक वृत्त के दक्षिण में स्थित है। इस कटिबन्ध के उष्णतम महीने का तापक्रम 10° सें० (50° फ०) से कम होता है।

(३) शीतोष्ण कटिबन्ध—यह कटिबन्ध उष्ण तथा शीत कटिबन्धो के मध्य में स्थित है।

अभिनवकाल में श्री रबनेर (Mr Rubner) ने उष्ण दिवसों की संख्या के अनुसार योरप को ५ विभागों में बाँटा है। उष्ण दिवस से तात्पर्य है—ऐसा दिन जिसका औसत तापक्रम 10° सै० (50° फ०) से अधिक हो।

रबनेर के अनुसार योरप के जलवायु कटिबन्ध—

जलवायु कटिबन्ध	उष्ण दिवसों की संख्या
१ उप-आर्कटिक (Sub Arctic)	१—६०
२ शीतल (Cool)	६१—१२०
३ शीतोष्ण (Temperate)	१२१—१८०
४ ओष्ण शीतोष्ण (Warm Temperate)	१८१—२४०
५ ओष्ण (Warm)	२४१—३००

तापक्रम के आधार पर इसी प्रकार अनेक अन्य वर्गीकरण प्रस्तुत किये गये हैं, जिनकी विवेचना यहाँ सम्भव नहीं है।

(३) वर्षा के आधार पर वर्गीकरण

वर्गीकरण की रूपरेखा

वर्षा के आधार पर ग्लोब को पाँच जलवायु-विभागों में बाँटा जा सकता है —

जलवायु विभाग	वर्षा विभाग	वार्षिक वर्षा (इंचों में)
१. मरुस्थलीय	कम वर्षा	०—१०
२. अर्ध मरुस्थलीय	हल्की वर्षा	१०—२०
३. उपार्द्र	साधारण वर्षा	२०—४०
४. आर्द्र	भारी वर्षा	४०—८०
५. अति आर्द्र	अत्यन्त भारी वर्षा	८० से अधिक

संक्षेप—यह वर्गीकरण वनस्पति के अध्ययन के लिये अत्यन्त अनुकूल नहीं है क्योंकि वनस्पति के विकास के लिये वार्षिक वर्षा का मूल्य इतना महत्वपूर्ण नहीं है जितने अनेक अन्य प्रतिकारक जैसे मौसम के अनुसार वर्षा का वितरण, वाष्पीकरण की मात्रा, भूमि की आर्द्रता ग्रहण करने की क्षमता आदि ।

(४) वनस्पति के आधार पर वर्गीकरण

वर्गीकरण की रूपरेखा

वनस्पति के आधार पर पृथ्वी को ६ जलवायु-विभागों में बांटा जा सकता है। सुविधा के लिये इस वर्गीकरण के साथ औसत वार्षिक तापक्रम भी दिये जा रहे हैं—

क्रम सं०	जलवायु विभाग	वनस्पति	औसत वार्षिक तापक्रम (फ० में)
१	उष्ण प्रदेशीय (Tropical)	ताड़, केले	७८-८२
२	उपोष्णप्रदेशीय (Sub tropical)	अजीर, वासमूत	६८-७८
३	ओष्ण (Warm)	चौड़ी पत्ती की सदाबहार	६०-६८
४	साधारण (Moderate)	पर्णपाती वृक्ष	४८-६०
५	शीतल (Cold)	कोणधारी वृक्ष	४०-४८
६	ध्रुवीय (Polar)	छोटी क्षुप, हरिता, अवाप्य	४० से कम

पवारी ने योरोप के वनों को वनस्पति के अनुसार ५ जलवायु कटिबन्धों में बांटा है—

कटिबन्ध	तापक्रम (°फ०)	
	औसत वार्षिक	शीतलतम मास
१ लॉरैल (Laurel)	५४—७३	३७ से अधिक
२ चैस्टनट (Chestnut)	५०—५९	३० से अधिक
३ बीच (Beech)	४५—५४	२५ से अधिक
४ स्पूस (Spruce)	३७—४३	
५ अल्पाइन जाति के वृक्ष (Alpine Species)	३६ से कम	४ से कम

समीक्षा

विशेष जलवायु में पाये जाने वाले विशेष वृक्षों के आधार पर बृहद जलवायु विभाग अवश्य किये जा सकते हैं, किन्तु यह वर्गीकरण न तो पूर्ण ही है और न ही सन्तोषजनक।

(५) दैनिक तथा मनोवैज्ञानिक प्रभावों (Physiological and Psychological Effects) के आधार पर वर्गीकरण

मनुष्य के प्राकृतिक और मानसिक लक्षणों पर जलवायु का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इन प्रभावों के आधार पर जलवायु के अनेक भेद किये जा सकते हैं—

ऊर्जाप्रद (*Energizing*) उत्तेजनाप्रद (*Stimulating*) शक्तिप्रद (*Bracing*)
स्वास्थ्यप्रद (*Healthful*), निरुत्साह प्रद (*Depressing*) अशक्तिप्रद (*Ener-
vating*), शैथिल्यप्रद (*Relaxing*), अविभिन्न (*Monotonous*), अस्वास्थ्यप्रद
(*Unhealthful*) आदि।

समीक्षा—इन प्रभावों को स्थूल रूप से तो अनुभव किया जा सकता है, किन्तु इनका यथार्थ मूल्यांकन संभव नहीं है। इसके अतिरिक्त समान जलवायु सब व्यक्तियों को समान रूप से प्रभावित नहीं करती। यही नहीं, एक ही व्यक्ति पर भिन्न परिस्थितियों में उसका भिन्न प्रभाव पड़ता है। अतएव जलवायु के वैज्ञानिक तथा यथार्थ वर्गीकरण के लिये ये प्रभाव निश्चित मापदण्ड प्रदान करने में असमर्थ हैं।

(६) अणु जलवायुकी (*Micro-climatology*) के अनुसार वर्गीकरण

विस्तृत क्षेत्रों में तापक्रम और वर्षा के महान विभेदन पाये जाते हैं। अतएव नापक्रम अथवा वर्षा के अनुसार किया गया जलवायु का वर्गीकरण बहुत अधिद यथाथ हो है। दो निकटवर्ती खेतों तक के जलवायु में, ढाल के विपरीत दिशाओं में हाने के कारण, अन्तर होता है। जलवायु सम्बन्धी इन सूक्ष्म विभेदनों का विचार अणु-जलवायुकी (*Micro-climatology*) में किया जाता है। कभी २ इन स्थानीय विभेदनों को व्यावहारिक महत्ता बहुत अधिक होती है—उदाहरण के लिये घाटियों के नितल में तुषारपात होना और निकटवर्ती ढालों का उससे उन्मुक्त होना। अणुजलवायुकी में यह भी अध्ययन किया जाता है कि वायुमण्डल के तापक्रम कुहरा, धूप तथा धूलिकण नगरों में किस प्रकार प्रभावित होते हैं। छोटी जलराशियों और वनों का स्थानीय प्रभाव भी इस विज्ञान के अन्तर्गत है।

सयुक्त राज्य अमरीका में श्री सी० डब्ल्यू० थॉर्न्थवेट के पर्यवेक्षण में ओहियो प्रदेश में स्थित मस्किगम घाटी का अणु-जलवायुकीय अध्ययन किया गया है। यहाँ ८००० वर्गमील के क्षेत्रफल के जल विभाजक (*Watershed*) में लगभग चार-चार मील की दूरी पर ५०० स्टेशन स्थापित किये गये हैं। इन स्टेशनों में जलवायु के तत्वों के मापन के सभी यंत्र हैं। आधे घण्टे के मध्यान्तर पर प्रत्येक स्टेशन पर जलवायु-तत्वों को एक साथ आलेखित किया जाता है।

(६) कोपेन का वर्गीकरण (*Koppen's Classification*)

जलवायु का सबसे प्रसिद्ध लोकप्रिय तथा सबसे अधिक उपयोग में आने वाला वर्गीकरण कोपेन का है। कोपेन ने सप्तर के स्थलीय भाग को ५ वृहद् जलवायु-विभागों में बाँटा है। ये विभाग डे कैंडोल्ले (*de Candolle*) के पौधों के वर्गीकरण के अनुरूप हैं —

डि कौडौल का पौधो का वर्गीकरण	कौपैन के जलवायु-विभाग	कौपैन के जलवायु-विभागो के लक्षण
<p>१ महातापीय (Megatherms)-वे उष्णप्रदेशीय पौधे जिन्हे निरन्तर उच्च तापक्रम तथा प्रचुर आर्द्रता आवश्यक है।</p>	<p>A-उष्णप्रदेशीय वर्षा के जलवायु</p>	<p>इनमे शीत ऋतु नही होती। शीतलतम महीने का औसत तापक्रम १८° सै (६४.४° फा०) से अधिक होता है।</p>
<p>२ शुष्करोहा (Xerophytes) वे मरुस्थलीय पौधे जो कम वर्षा मे विकसित होते है।</p>	<p>B-शुष्क जलवायु</p>	<p>इनके अन्तर्गत मरुस्थलीय तथा अर्ध-मरुस्थलीय जलवायु आते है। इन जलवायुयो मे वृष्टि की तुलना में वाष्पीकरण अधिक होता है।</p>
<p>३ मध्यतापीय (Mesotherms)-वे उष्ण शीतोष्ण कटिबन्धीय पौधे जिन्हे अधिक मात्रा मे ताप आवश्यक है, किन्तु जो सूक्ष्म अवधि के जाडे और एक शुष्क ऋतु को सह सकते है।</p>	<p>C-आर्द्र मध्यतापीय अथवा मृदुल जाडोवाले वर्षा के जलवायु</p>	<p>इनमे शीतलतम महीने का तापक्रम १८° सै (६४.४° फा०) से कम किन्तु -३° सै (२६.६° फा०) से अधिक होता है। उष्णतम महीने का तापक्रम १०° सै (५०° फा०) से अधिक होता है। जाडे छोटे होते है। भूमि एक महीने अथवा उससे अधिक हिमावृत हो सकती है।</p>
<p>४ अणुतापीय (Microtherms)-शीत शीतोष्ण कटिबन्ध के पादप जैसे कोण धारी वृक्ष जो (१) अल्प अवधि की गर्मियो तथा (२) दीर्घ अवधि के जाडो में—यदि औसत वाषिक तापक्रम हिमाक के ऊपर हो—विकसित हो सकते है।</p>	<p>D-आर्द्र लघुतापीय अथवा कठोर जाडो सहित वर्षा के जलवायु</p>	<p>इनमे उष्णतम महीने का तापक्रम १०° सै (५०° फा०) से अधिक होता है, शीतलतम महीने का तापक्रम -३° सै (२६.६° फा०) से कम होता है, जाडे लम्बे होते है, भूमि कई महीने हिमाच्छादित रहती है तथा जाडो की अधिकांश वृष्टि हिम के रूप मे होती है।</p>
<p>५. न्यूनतापीय (Hekistotherms)-ऐसे ध्रुवीय प्रदेशों के, जिनका औसत तापक्रम हिमाक के नीचे होता है, निम्नवर्ती पौधे</p>	<p>E-ध्रुवीय जलवायु</p>	<p>इनमें कोई उष्ण ऋतु नही होती। उष्णतम महीने का औसत तापक्रम १०° सै (५०° फा०) के नीचे रहता है।</p>

खण्ड ४

भूसैद्धान्तिकी

**(Theories Of Geography And
Geology)**

भूमिका

इस विशाल राष्ट्र को सर्वस्वीकृत एवं सर्वमान्य भाषा हो जाने के पश्चात् हिन्दी का क्षेत्र व्यापक हो गयी है और वह द्रुतगति से विश्वविद्यालयों में शिक्षा का माध्यम बनती जा रही है। सम्प्रति इस भाषा को सबसे बड़ी आवश्यकता यह है कि ज्ञान-विज्ञान के विविध विषयों पर उच्च-स्तरीय एवं प्रामाणिक पुस्तकों का प्रणयन हो। आचार्य जनार्दन प्रसाद श्रीवास्तव को प्रस्तुत पुस्तक इस दिशा में एक स्तुत्य प्रयास है।

‘भूसैद्धान्तिकी’ लेखक के ‘प्रकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि’ नामक ग्रन्थ का चतुर्थ खण्ड मात्र है। ‘अवनि’, ‘उदधि’ तथा ‘अन्तरिक्ष’ इसके क्रमशः प्रथम, द्वितीय तथा तृतीय भाग हैं। ये सभी खण्ड अपने आप में पूर्ण एवं स्वतन्त्र हैं तथा सम्मिलित रूप से प्राकृतिक भूगोल की पृष्ठभूमि पर पर्याप्त प्रकाश डालते हैं।

यैने प्रस्तुत खण्ड को आद्योपान्त पड़ा है। इसमें भूगोल एवं भूगर्भ-शास्त्र के प्रायः सभी सिद्धान्तों पर स्पष्टता के साथ विचार किया गया है। इन सिद्धान्तों का प्रतिपादन अत्यन्त व्यवस्थित, विद्वतापूर्ण, सक्षिप्त एवं रुचिकर रीति से किया गया है। विषय प्रतिपादन की प्रणाली एक विशेषज्ञ विद्वान के योग्य होने के साथ सार सुबोध भी है।

श्रीवास्तवजी ऐसी पुस्तक के लिखने के सर्वथा अधिकारी हैं। उन्होंने भूगोल एवं भूगर्भ शास्त्रों का विस्तृत अध्ययन किया है तथा वे अनेक वर्षों से स्नातकीय कक्षाओं में अध्यापन का कार्य कर रहे हैं हिन्दी भाषा और साहित्य के भी वे पूर्ण विद्वान हैं। उनके इस हिन्दी ज्ञान ने ‘सोने में सुगन्ध’ का सा काम किया है। पुस्तक के प्रस्तुतीकरण में एक मधुर मौलिकता है। विभिन्न सिद्धान्तों की आधारभूत सामग्री को इतनी सुन्दरता के साथ रखा गया है कि पाठक के हृदय में अमिट छाप पड़ ही जाती है। रेखाचित्रों के बाहुल्य ने विषय-प्रतिपादन को सरल, सुगम और सुबोध बना दिया है। नवीनतम सिद्धान्तों एवं निष्कर्षों का समावेश करके पुस्तक को आद्यतन बनाने का प्रयास किया गया है। प्रयुक्त पारिभाषिक शब्द उपयुक्त एवं यथार्थ अर्थ के द्योतक हैं। मुझे इसमें सन्देह नहीं कि भूगोल एवं भूगर्भ शास्त्र के छात्रों के लिए यह पुस्तक अत्यधिक उपयोगी सिद्ध होगी।

अन्तर्स्तु के अल्प अध्ययन मात्र से स्पष्ट हो जाता है कि इस ग्रन्थ की रचना दीर्घकालीन परिश्रम के उपरान्त हुई है। हिन्दी-जगत के लिये यह एक अत्यन्त मूल्यवान् उपहार है। इस ग्रन्थ ने उसके एक बड़े अभाव की पूर्ति कर दी है। पुस्तक इस योग्य है कि उच्च-परीक्षायों की पाठ्य-विधि एवं सहायक-ग्रन्थों में रखी जावे। ऐसी उत्तम एवं उपयोगी पुस्तक लिखने के लिये श्रीवास्तवजी हमारे बधाई के पात्र हैं। मुझे विश्वास है कि भारतीय विश्वविद्यालय एवं शिक्षा-परिषदे इस ग्रन्थ का स्वागत करेंगी और विद्यार्थीगण इससे अधिकाधिक लाभ उठावेंगे।

मेरी हार्दिक शुभकामना है कि लेखक अपनी साधना में सफल हों।

विद्यासागर द्वे

आचार्य, भूगर्भ-विभाग

काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

स्वातन्त्रता-दिवस

सन् १९६१ ई०

परम आदरणीय
डा० राजनाथजी पी-एच० डी० (लन्दन)
अध्यक्ष भूगर्भ एवं भूभौतिकी विभाग
तथा
प्रिन्सिपल दिज्ञान महाविद्यालय
काशी हिन्दू विश्वविद्यालय
के
कर कमलों में
सादर समर्पित



एक गिरे-हुए उल्का का खण्ड

लेखक की ओर से—

निवेदन

राष्ट्रभाषा हिन्दी में भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र में ही नहीं, प्रायः प्रत्येक वैज्ञानिक विषय में उच्चतम कक्षाओं के योग्य ग्रन्थों का नितान्त अभाव है। इसी रिक्ति की पूर्ति के उद्देश्य से मैंने भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र के प्रमुख सिद्धान्तों की रूप-रेखाएँ प्रस्तुत करने का प्रयास किया है।

प्रश्न किया जा सकता है कि लिखने की ही जिज्ञासा थी तो अपेक्षाकृत नीची कक्षाओं के निमित्त कुछ लिखा होता, एकदम उच्चतम कक्षाओं के नाम पर यह दुस्साहस करने की कौन सी आवश्यकता थी और क्या अधिकार था।

इसका उत्तर यह है—

सन् १९४५ ई० में श्रद्धेय राजर्षि पुरुषोत्तमदास टण्डन ने ये उद्गार प्रकट किये थे—‘हिन्दो को मैं राष्ट्रभाषा इसलिये नहीं मानता कि इसे बीस करोड़ व्यक्ति बोलते और समझते हैं, इसलिये भी नहीं कि भारतीय सस्कृति की गंगा इसमें अविच्छिन्न रूप से प्रवाहित हो रही है, इस लिये भी नहीं कि यह प्रगतिशील सरस और वैज्ञानिक है, मैं इसे राष्ट्रभाषा केवल इसलिये मानता हूँ कि इसी में हमारी दासता की प्रतीक अंग्रेजी को निकाल भगाने की क्षमता है।’ टण्डन जी की सुवाणी सुफल हुई और हिन्दी स्वतंत्र भारत की राष्ट्रभाषा के आसन पर अभिषिक्त हुई। फिर भी कुछ लोगों को उपर्युक्त उद्धरण के अंतिम बारह-चौदह शब्दों की सार्थकता में सन्देह है। मेरा यह तुच्छ प्रयास इसी सन्देह के उन्मूलन के लिये है। हिन्दी आज इतनी उन्नत नहीं जितनी अंग्रेजी तो इसका कारण यह नहीं है कि उसमें अंग्रेजी के समान विकसित होकर समृद्धशाली बनने के अकुर विद्यमान नहीं है, बरन् केवल इसलिये कि उसे पनपने का अवसर ही नहीं दिया गया। यदि हिन्दी में भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र जैसे वैज्ञानिक विषयों के उच्चतम कक्षाओं के योग्य ग्रन्थ लिखे जा सकते हैं, तब साधारण पुस्तकें तो लिखी ही जा सकती हैं, यह निर्विवाद है। यही मेरा कहना है और यही मेरे दुस्साहस का कारण भी। जहाँ तक अधिकार का प्रश्न है, मुझे महाकवि हरिऔध के निम्नलिखित शब्दों से बड़ा प्रोत्साहन मिला है—‘बने या न बने, सेवा-प्रणाली सुखद या हृदयग्राहिणी हो या न हो, मातृभाषा की सेवा करने का अधिकार सभी को है।’ अपेक्षाकृत नीची कक्षाओं के प्रति भी मैं उदासीन नहीं हूँ। ‘आरम्भिक सर्वेक्षण’ (Elementary Survey) व्यावहारिक एव प्रायोगिक भूगोल (Practical And Experimental Geography) आदि मेरी रचनाएँ—इसी दिशा के प्रयास के परिणाम हैं।

सन् १९४९ ई० में मैंने 'प्राकृतिक भूगोल की भूमिका' लिखना आरम्भ किया था। यह ग्रन्थ चार भागों में विभक्त है—(१) अवनि (२) उदधि (३) अन्त-रिक्ष तथा (४) भू सैद्धान्तिकी। स्पष्ट है, कि यह कृति मेरे अभीष्ट ग्रन्थ का चतुर्थ खण्ड मात्र है। सन् १९५० ई० में इस ग्रन्थ का लेखन कार्य समाप्त हो गया होता, किन्तु कुछ मानवजन्य परिस्थितियों के कारण मुझे इसे स्थगित कर देना पड़ा। सन् १९५१ ई० में नागपुर विश्वविद्यालय की भूगोल की एम० ए० कक्षा का अध्यापन-कार्य करते समय मैंने यह अधूरा काम फिर से हाथ में ले लिया और इसकी कुछ प्रगति भी हुई। इसी समय भारतीय शिक्षा-जगत में उच्च कक्षाओं में शिक्षकों के माध्यम का प्रश्न उठा। अनेक विद्वानों ने हिन्दी की क्षमता पर सन्देह प्रकट किया। मैंने सोचा कि हिन्दी के पक्ष की पुष्टि के लिये किसी वैज्ञानिक विषय का कम से कम एक ऐसा ग्रन्थ भी तो हो जो उच्चतम कक्षाओं के काम आ सके। अतएव मैंने उपर्युक्त चौथे खण्ड का इसी दृष्टि से परिमार्जन और सवर्धन किया कि वह भूगोल ही-तहो, वरन् भूगर्भ-शास्त्र की भी सर्वोच्च कक्षाओं के लिये उपयोगी सिद्ध हो सके। इसी विचार से मैंने इसमें भूगोल और भूगर्भ-शास्त्र के एम० ए०—एम० एस-सी० के पाठक्रम में निर्धारित प्रायः समस्त सिद्धान्तों का समावेश कर दिया है तथा अन्त में परीक्षाओं में पूछे गए प्रश्न भी दे दिये हैं।

जहाँ तक प्रयुक्त भाषा का सबध है, मैंने संस्कृतमयी हिन्दी को अपनाया है। इस विषय में दो मत नहीं हो सकते। तो भी मैंने व्यवहार में आने वाले अन्त-भाषाओं के शब्दों का बहिष्कार नहीं किया है।

इन सिद्धान्तों की रूप-रेखा खींचते समय मेरे मस्तिष्क में तीन प्रमुख ध्येय रहे हैं—(१) यथासंभव संक्षेप (२) सरलता और (३) स्पष्टता। फिर भी संभव है, मेरी भाषा कुछ पाठकों को क्लिष्ट लगे। यथार्थता (Exactness) और परिशुद्धता (Accuracy) का बलिदान किये बिना यह पुस्तिका और सरल न हो सकती थी? यह मुझे स्वीकार न था। सुविज्ञ पाठक भी इसमें सहमत होंगे।

मेरा केवल इतना ही तात्पर्य है कि छात्रगण इन सिद्धान्तों की रूप-रेखाओं को पढ़कर उनकी वास्तविक पृष्ठभूमि से अवगत हो जावे तदनन्तर अंग्रेजी के प्रामाणिक ग्रन्थों के अध्ययन द्वारा अपने ज्ञान की अभिवृद्धि करे। मैंने इस ग्रन्थ में नवीन से नवीनतम विचारों का भी समावेश कर दिया है। उदाहरण के लिये पृथ्वी की उत्पत्ति के सबध में होयल एव लिटिलटन का सिद्धान्त। यथासंभव भारतीय उदाहरण देने का भी मैंने प्रयास किया है, जैसे भूसन्तोल के सबध में।

विषय-विन्यास की दृष्टि से हिन्दी में अपने ढंग का यह प्रथम ग्रन्थ हो सकता है, किन्तु मौलिकता का मिथ्या अभिमान मैं नहीं करना चाहता। वस्तुतः इस प्रकार का कोई ग्रन्थ सर्वांग मौलिक ही भी नहीं सकता। जिन लेखकों की कृतियाँ से

सहायता ली गई है उनमें स्टियर्स ऊलरिज-मॉरगन, डुटॉयट, वीरसैस्टर, ब्राडिया, होम्स और लेक का मैं विशेष आभारी हूँ।

इस तुच्छ कृति को गुरुवर श्रद्धेय डा० राजनाथ जी पी-एच०, डी० (लन्दन) के कर कमलो में समर्पित करते हुए मुझे सकोच हो रहा है। 'जयद्रथ-बध' के आरम्भ में कविवर श्री मैथिलीशरण जी गुप्त ने आचार्य द्विवेदी जी के प्रति जो विनय की है, उसकी पुनरावृत्ति ही मेरे लिए यहाँ पर उचित होगी—

‘आर्य !

पाई तुम्ही से वस्तु जो, कैसे तुम्हे अर्पण करूँ ?

पर क्या परीक्षा रूप में पुस्तक न यह आगे धरूँ ?

अतएव मेरी घृष्टता यह ध्यान में मत लीजिये।

कृपया इसे स्वीकार कर कृत-कृत्य मुझको कीजिये ॥’

आदरणीय डा० विद्यासागरजी दुबे ने इस ग्रन्थ की प्रस्तावना लिखकर मुझे अनुगृहीत ही नहीं गौरवान्वित भी किया है। सरस्वती-विहार नागपुर के सचिव डा० लोकाशचन्द्र डी० लिट० ने व्याकरण सबधी सशोधन किये हैं, एतदर्थ मैं उनका हार्दिक आभारी हूँ।

अन्त में मैं अपने सुविज्ञ पाठको और सहृदय आलोचको का ध्यान इस तथ्य की ओर आकृष्ट करना चाहूँगा कि मेरी यह कृति हिन्दी में अपने प्रकार का प्रथम प्रयास है, अतएव इसमें दोष तो होंगे ही। मैं उन्हें विश्वास दिलाना चाहता हूँ कि रचनात्मक समालोचना का मैं सदैव स्वागत करूँगा और उचित सशोधन सुझाने के लिये मैं उनका कृतज्ञ होऊँगा। इसके समस्त दोषों का परिहार दूसरे संस्करण में अवश्य हो जायगा। इस समय सहृदय पाठक क्षीर-नीर विवेक से काम लें और त्रुटियों के लिये मुझे क्षमा करें।

मेरी इस साधना द्वारा विद्यार्थी-समाज का यदि कुछ भी लाभ हो सका, तो मैं अपने श्रम को सफल समझता हूँ।

—जनार्दनप्रसाद श्रीवास्तव

यह सिद्धान्त द्विआगिक व्यवस्था के वियोजन का सन्तोषप्रद हल प्रस्तुत करता है। जिस प्रकार बन्दूक से गोली चलाने पर उसमें पीछे की ओर धक्का लगता है, उसी प्रकार जब विस्फोट द्वारा 'क' से क ख दिशा में पदार्थ प्रक्षिप्त होता है, तब नौवा में विपरीत दिशा में प्रत्याधक्कन (Recoil) लगता है। 'क' में प्रत्याधक्कन का वेग प्रति सैकण्ड कुछ विशक मील ही होता है, जो द्विआगिक व्यवस्था के वियोजन के लिये पर्याप्त है।

यद्यपि होयल का सिद्धान्त कोणीय आवेग (Angular Momentum) के मापदण्ड पर खरा उतरता है तथापि उसमें गृहमण्डल की उत्पत्ति अब भी कल्पना का विषय है। इस सिद्धान्त से अनेक बातों का—जैसे गृहों में परिभ्रमण कैसे होने लगा, उपगृह कैसे बने आदि—स्पष्टीकरण नहीं हो सका है।

पचासवाँ परिच्छेद पृथ्वी की आयु (AGE OF THE EARTH)

ससार भर के विचारक बहुत प्राचीन काल से पृथ्वी की आयु जानने के लिये प्रयास करते आ रहे हैं। इस विषय में भिन्न-भिन्न देशों में भिन्न-भिन्न धारणाएँ प्रचलित हैं। उदाहरण के लिए, फारस के विद्वानों का विश्वास है कि पृथ्वी १२,००० वर्ष पुरानी है। बाइबिल के अनुसार सृष्टि की रचना ईसा से ४००० वर्ष पहले हुई। भारतीय पण्डित-वर्ग सूर्य-सिद्धान्त के आधार पर इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि पृथ्वी की आयु लगभग दो अरब वर्ष है। भाग्यवश, आधुनिकतम वैज्ञानिक रीतियों से भी यही सख्या आती है।

पृथ्वी की आयु निर्धारित करने के लिये अनेक रीतियाँ हैं। इनमें से कुछ प्रमुख नीचे दी जा रही हैं —

१ सागर की लवणता पर आधारित रीति

सागरजल खारा अथवा लवण-मय होता है। यह खारापन अथवा लवणता उन लवणों के कारण होती है, जो नदियाँ अपने जल के साथ सागर को समर्पित करती हैं। अतएव लवणता क्रमशः बढ़ती जाती है। किसी भी सागर के जल का आयतन निर्धारित किया जा सकता है और उसकी औसत लवणता भी निश्चित की जा सकती है। इन दोनों सख्याओं की सहायता से समस्त सागर में वर्तमान लवण की मात्रा का आगणन (Estimate) किया जा सकता है। यह भी ज्ञात किया जा सकता है कि एक वर्ष में लवणता कितनी बढ़ती है। उपर्युक्त सख्याओं की सहायता से पृथ्वी की आयु ज्ञात की जा सकती है। यदि इसे पृथ्वी की यथार्थ आयु न भी माना जाय, तो कम से कम इससे सागर बनने के बाद की पृथ्वी की आयु तो आ ही जाती है। सागर में वर्तमान सोडियम (Sodium) और कैल्शियम (Calcium) के लवणों के अध्ययन से पृथ्वी की आयु लगभग १२ करोड़ वर्ष ठहरती है।

आपत्तियाँ—(१) इस सिद्धान्त में यह मान लिया जाता है कि आरम्भ में सागर खारे नहीं थे, वरन् उनका पानी मीठा था। इसका खण्डन कैम्ब्रियन युग के घोषे और अन्य जीवों के अवशेष करते हैं। इन जीवों का जीवन ही लवणों पर निर्भर है।

(२) अपक्षरण (Erosion) की मात्रा सदैव एक सी नहीं रही है। कभी अपक्षरण अधिक हुआ है तो कभी कम। उसी के अनुसार लवणता में भी अन्तर हुए हैं। अतएव, यह कल्पना कि सागर में प्रत्येक वर्ष नमक की एक निश्चित मात्रा मिलती रही है, युक्तिसगत नहीं है।

(३) आग्नेयक्रिया (Igneous Activity) अथवा लावा के सवाहन (Convictional currents in the magma) द्वारा भी बहुत से लवण पृथ्वी के गर्भ से पृष्ठ पर आ गये हैं।

२ अवसादन (Sedimentation) पर आधारित रीति

पृथ्वी की पर्पटी (Crust) बन जाने के बाद हिम, वायु, जल आदि अभिकर्ताओं ने उसके धरातल को घिसना आरम्भ कर दिया। अपक्षरित पदार्थ सागर में एकत्र होने लगा। तब से लेकर आज तक लगभग ५ लाख फुट मोटा स्तर बन गया है। यदि हमें किसी प्रकार यह ज्ञात हो जाय कि प्रतिवर्ष कितना मोटा स्तर बनता रहा है, तो हम सरलता से पृथ्वी की आयु निर्धारित कर सकते हैं। अनुसन्धान से ज्ञात होता है कि जलज शिलाओं की अधिक से अधिक मोटाई ५,१४,००० फुट है। यह भी निश्चित किया गया है, कि प्रति ८८० वर्ष में १ फुट मोटा स्तर बनता है। इस प्रकार पृथ्वी की आयु लगभग ४० करोड़ वर्ष आती है।

आपत्तियाँ—(१) अवसादन सदा एक सा नहीं होता अतएव किसी वर्ष स्तर अधिक मोटा बना होगा, और किसी वर्ष अपेक्षाकृत कम मोटा।

(२) फिर इन स्तरों में भी अपक्षरण हुआ होगा। उसका विचार भी तो आवश्यक है।

(३) डा० सैमुअल हटन का कथन है कि सागर में नमक घुला होने के कारण अवसाद अधिक नीचे धँस गये होंगे।

३ जीव विकास पर आधारित रीति

जब पृथ्वी ठण्डी हुई और उसका तापमान इतना क्षीण हो गया कि उस पर प्राणी रह सके, तब ब्रह्मा ने जीवों की उत्पत्ति की। भूपृष्ठ पर आनेवाले जीव एक ही कोशा (Cell) वाले थे। बहुकोशावान (Multi Cellular) जीव बाद में आये। आरम्भ के जीवों में रीढ़ की हड्डी नहीं थी। यही कारण है कि उनके अवशेष नहीं मिलते। बाद के जीवों में कठोर अंग होने लगे, जिसके कारण उनके अवशेष मिल जाते हैं। जीव विकास की सबसे महत्वपूर्ण घटना मानव की सृष्टि है। मानव की विशेषता उसका मस्तिष्क है। एक कोशावाले जीवों से लेकर मानव की सृष्टि तक—जीव-विकास की जो विभिन्न अवस्थायें हुई हैं—उनका विचार करके पृथ्वी की आयु निर्धारित की जा सकती है। प्राणिकीविदों (Biologists) ने इस रीति से पृथ्वी की आयु लगभग १०० करोड़ वर्ष निर्धारित की है।

४ ज्योतिष की रीतियाँ

पृथ्वी की आयु ज्योतिष की अनेक रीतियों से निश्चित की जा सकती है। इन रीतियों की विस्तृत विवेचना न सरल है और न यहाँ सम्भव ही। इनमें से दो रीतियों का सकेतमात्र नीचे किया जा रहा है—

(१) पृथ्वी की धुरी की ऊन्ध्रता (Ellipticity) स्थिर नहीं है। उसमें अन्तर होते रहते हैं। प्रसिद्ध फ्रांसीसी ज्योतिषी लाप्लास ने इसका गभीर अध्ययन किया है और वे उससे इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि पृथ्वी की आयु लगभग २ करोड़ १० लाख वर्ष है।

(२) हैरोल्ड जैफ्रे ने ज्वार-भाटे के सिद्धान्त के अनुसार पृथ्वी की आयु 2.4×10^9 वर्ष निर्धारित की है।

५ भौतिक शास्त्र की रीतियाँ

भौतिक शास्त्र की सहायता से भी पृथ्वी की आयु निर्धारित की जा सकती है। ये रीतियाँ भौतिक गुणों पर आधारित हैं। उदाहरण के लिये शिलाओं की संचालकता (Conductivity of rocks) के अध्ययन से उनकी आयु निकाली जा सकती है। यहाँ पर प्रत्येक रीति का उल्लेख सम्भव नहीं है। केवल एक भौतिक रीति संक्षेप में नीचे दी जा रही है —

पृथ्वी का अभ्यन्तर अत्यन्त उष्ण है। अतएव भूपृष्ठ से ताप का विकिरण (Radiation) होता रहता है। ताप के निकल जाने से पृथ्वी ठण्डी होती रहती है। यदि पृथ्वी के शीतल होने का वेग निश्चित कर लिया जाय, तो पृथ्वी की आयु ज्ञात की जा सकती है। लॉर्ड कैल्विन ने इस रीति से पृथ्वी की आयु लगभग ४ करोड़ वर्ष निर्धारित की है।

आपत्तियाँ—(१) पृथ्वी के अन्दर तेजोद्गार (Radio-active) पदार्थ हैं। उनके वियोजन (Disintegration) से अपरिमित ताप विकसित होता है। इस रीति में इसका विचार नहीं किया गया है।

(२) सौर-विकिरण (Solar Radiation) सदैव एक सा नहीं होता। वह घटता बढ़ता रहता है।

(६) तेजोद्गारण (Radio activity) पर आधारित रीति

पृथ्वी की आयु निश्चित करने की यह नवीनतम और आधुनिकतम रीति है। पृथ्वी की पर्पटी में अनेक तेजोद्गार (Radio-active) पदार्थ विद्यमान हैं। इन पदार्थों में यह विशेषता होती है, कि उनके परिमाणुओं (Atoms) का वियोजन (Disintegration) होता रहता है। वियोजन के फलस्वरूप एक तत्व दूसरे तत्व में परिणत हो जाता है। जब यह क्रिया होती है तब ताप की वृद्ध मात्रा उद्विकसित होती है। इस प्रकार एक तत्व से दूसरा, दूसरे से तीसरा, तीसरे से चौथा, चौथे से पाँचवा तत्व बनता जाता है। इस प्रकार की श्रृंखला के अन्त में एक विशेष प्रकार का सीसा (Lead) शेष रह जाता है। इस सीसे के अध्ययन से यह अनुमान लगाया जा सकता है कि आरम्भ में वह क्या था, उसमें कितने परिवर्तन हुए हैं, उससे कितना ताप विकसित हुआ है और आरम्भिक तत्व से उस तत्व तक परिवर्तन होने में कितना समय लगा है। इस प्रकार किसी शिला की, जिसमें इस प्रकार का सीसा विद्यमान हो, आयु निकाली जा सकती है। इस रीति से हम भूपर्पटी की विभिन्न शिलाओं की आयु निर्धारित कर सकते हैं और सबसे पुरानी शिला की आयु से भूपर्पटी की आयु का अनुमान लगाया जा सकता है।

सीसे के समान हीलियम भी तेजोद्गारण की क्रिया से उत्पन्न होती है और उसकी मात्रा से भी शिलाओं की आयु निर्धारित की जा सकती है। उदाहरण के लिये, शिलाओं की आयु निकालने के दो सूत्र नीचे दिये जा रहे हैं —

$$\text{शिला की आयु} = \frac{\text{Pb}}{\text{Ur}} \times 6600 \text{ Million Years (होम्स के अनुसार)}$$

$$= \frac{\text{He}}{\text{Ur}} \times 9 \text{ 6Million Years (रूथरफोर्ड के अनुसार)}$$

तेजोद्गर तत्वों की संख्या लगभग ४० है। इनमें से मुख्य रेडियम, यूरेनियम और थोरियम हैं। सन् १८९५ ई० में हैनरी बैक्वेरल ने यूरेनियम के इस गुण का पता लगाया। तदुपरान्त सन् १८९८ ई० में मैडम क्यूरी ने ज्ञात किया कि थोरियम के लवणों में भी यह विशेषता पाई जाती है। सन् १९०२ में श्री एव श्रीमती क्यूरी ने रेडियम का अन्वेषण किया, जो यूरेनियम की तुलना में १० लाख गुना अधिक तेजोद्गर है। इन तत्वों के इसी गुण का उपयोग अथवा दुरुपयोग 'परिमाणु बम' (Atom Bomb) है।

जौन जौली ने खनिजों की आयु निकालने की एक अन्य रीति की खोज की है। यह भी तेजोद्गरण पर आधारित है। उसने अभ्रक में बहुत से एक केन्द्रीय वृत्त देखे जिन्हें उसने नैकवर्ण प्रभामण्डल (Pleochroic haloes) की संज्ञा दी। यदि हमें इन वृत्तों का व्यास और वियोजन का वेग ज्ञात हो, तो हम खनिज की आयु ज्ञात कर सकते हैं।

निष्कर्ष

पृथ्वी की आयु के सम्बन्ध में आरम्भ में जो गणनाये की गईं, उनसे इसका मूल्य अपेक्षाकृत बहुत कम आता था। तेजोद्गर पदार्थों की खोज के उपरान्त यह मूल्य लगभग २,००,००,००,००० वर्ष आया। आधुनिकतम रीतियों से यह संख्या और भी अधिक आती है। गणनाओं के ये विभेदन अन्वेषक को उलझन में डाल देते हैं। ऐसा प्रतीत होता है कि भारतीय मनीषियों ने पृथ्वी की आयु का सही मूल्य निकाल लिया था, किन्तु दुर्भाग्य से उनकी गणनाये अब सुलभ नहीं हैं। या तो वे कहीं छिपी पड़ी हैं या आक्रमणकारियों ने उन्हें नष्ट कर दिया है।

इक्यावतवाँ परिच्छेद पृथ्वी की आन्तरिक रचना

(THE INTERIOR OF THE EARTH)

हमारे पास ऐसे कोई भी साधन नहीं हैं, जिनकी सहायता से हम प्रत्यक्षत देख सके कि पृथ्वी के अन्दर क्या है। कुँओ और खानो की गहराई तो बड़ी ही नगण्य होती है। अभी तक जितने सछिद्र (Bore holes) किये गये हैं, उनमें सबसे गहरा लगभग तीन मील का है। जब हम इस तीन मील की गहराई को पृथ्वी के अर्धव्यास के समक्ष रखते हैं, जो लगभग ४००० मील है, तब हम अनुभव करते हैं कि पृथ्वी के अन्तर के अध्ययन के लिये सछिद्र नितान्त उपेक्षणीय हैं। अतएव हमें परोक्ष रीतियो (Indirect methods) की शरण लेना पड़ती है।

(१) पृथ्वी का अभ्यन्तर

गरम सोते तथा ज्वालामुखी आदि यह प्रमाणित करते हैं कि पृथ्वी का अभ्यन्तर उष्ण है। पृथ्वी के अन्दर तापमान गहराई के साथ बढ़ता जाता है। यह निश्चित किया गया है कि प्रत्येक ६४ फुट की गहराई के बाद तापक्रम १° फ बढ जाता है। इस हिसाब से पृथ्वी के धरातल से ६० मील नीचे तापक्रम इतना अधिक होगा कि वहाँ पर कोई भी शिला ठोस अवस्था में नहीं रह सकती। इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि पृथ्वी की पर्पटी लगभग ६० मील मोटी है। अन्य शब्दों में यदि पृथ्वी को सेव (Apple) मान लिया जाय तो पर्पटी छिलका होगी। आधुनिक खोजों में ज्ञात होता है कि भूपर्पटी में आन्तरिक भागों की अपेक्षा तेजोद्गम पदार्थ (Radio-active Elements) अधिक मात्रा में वर्तमान हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि संभव है अधिक नीचे तापक्रम इतने अधिक वेग से न घटता हो।

पृथ्वी की अभ्यन्तर के विषय में तीन विचार-धारायें हैं। कुछ विद्वानों का विचार है कि पृथ्वी का केवल ऊपरी पृष्ठ ठोस है, अन्दर सर्वत्र तरल है। अपने कथन की पुष्टि के लिये ये ज्वालामुखी के उद्गारों का उदाहरण देते हैं। यदि यह कथन सत्य होता तो यह तरल पदार्थ सूर्य और चन्द्रमा के आकर्षण से प्रभावित अवश्य होता और इस प्रकार पृथ्वी के धरातल पर ज्वार (Tide) होते। किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं होता। अतएव यह विचारधारा अमान्य सिद्ध होती है। दूसरी विचारधारा यह है कि पृथ्वी का अभ्यन्तर गैसीय है। यह भी असत्य है, क्योंकि यदि पृथ्वी के अन्दर केवल गैसे होती तो सम्पूर्ण पृथ्वी का औसत-घनत्व इतना अधिक न होता जितना कि वह है। तीसरी विचारधारा यह है कि पृथ्वी में एक ठोस आन्तरक (Solid Core) है। यह तथ्य कि दबाव बढ जाने से प्रत्येक पदार्थ का द्रवणांक (Melting Point) बढ जाता है—इसका समर्थन करता है। एक अन्य विचारधारा यह है कि आन्तरक (Core) और पर्पटी (Crust) तो ठोस हैं, किन्तु मध्य का भाग तरल है।

सम्पूर्ण पृथ्वी का औसत घनत्व ५.५ है और पर्पटी की उपरिष्ठ शिलाओं में से अधिकांश का घनत्व ३ से भी कम है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि केन्द्रीय

आन्तरक (Central Core) का घनत्व बहुत ही अधिक है अर्थात् उसका मूल्य लगभग ७ या ८ अवश्य होगा। पहले यह समझा गया कि ऊपर के शिलास्तरो के नृहद भार के कारण घनत्व इतना अधिक है किन्तु प्रयोग (Experiments) इसका खण्डन करते हैं। प्रयोगों से यह ज्ञात होता है, कि दबाव बढ़ जाने से घनत्व बढ़ता तो अवश्य है, किन्तु केवल एक निश्चित सीमा तक, उसके आगे नहीं। पृथ्वी के अभ्यन्तर का घनत्व इतना अधिक होना इस प्रकार समझ में नहीं आता। अतएव हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं, कि पृथ्वी का आन्तरक बहुत भारी पदार्थों से बना है। अनेक प्रमाण इस कथन की पुष्टि करते हैं, कि वह लोहा और निकैल (Nickel) के मिश्रण से बना है —

(१) पृथ्वी के गोले की परिवृढता (Rigidity) जो इस्पात (Steel) से कुछ ही कम है।

(२) पृथ्वी का चुम्बकत्व—यह अनुमान किया जाता है कि पृथ्वी का यह गुण आन्तरक (Core) में विद्यमान लोहे और निकैल के कारण ही है। लोहा और निकैल दोनों ही बड़े शक्तिशाली चुम्बकीय पदार्थ हैं।

(३) उल्काओ (Meteorites) के अध्ययन से विदित होता है कि उनकी रचना में लोहे और निकैल के यौगिकों (Compounds) का महत्वपूर्ण अंश रहता है। वे भी तो इसी सौर परिवार के सदस्य हैं, अतएव पृथ्वी की रचना उनसे मिलती-जुलती हो सकती है।

आन्तरक (Core) के ठीक ऊपर शिला पदार्थों का एक स्तर है जिसका कम से कम ऊपरी भाग तो अवश्य ही मणिभीय (Crystalline) है। यह स्तर आन्तरक से उसी प्रकार अलग हुआ होगा, जिस प्रकार लोहे के गलाने पर धातु-मैल (Slag) ऊपर आ जाता है। इस प्रकार इससे पृथ्वी की तरल अवस्था का भी समर्थन हो जाता है।

स्वैस (Success) की उपकल्पना है कि स्थलखण्डों की जलजशिलाओं के आवरण (Sedimentary cover) के नीचे कणादम (Granite) से मिलते-जुलते पदार्थ का स्तर है। इसे उसने सियाल (Sial) कहा है, क्योंकि इसमें सिलिकन और एल्यूमीनियम का प्राचुर्य है (Silicon + Aluminium i.e. Si + Al = Sial)। इसके नीचे अधिक घनत्ववाले पदार्थों का अपेक्षाकृत मोटा स्तर है—जिसे उसने सिमा (Sima) कहा है (Silicon + Magnesium i.e. Si + Ma = Sima)

२ भूकम्प शास्त्र के प्रमाण (Evidences of Seismology)

जब भूकम्प होता है, तब उसके उद्गम से तरंगे सभी दिशाओं में अग्रसर होती हैं। चित्र ३४२ से यह कथन स्पष्ट होगा। इसमें उ विन्दु भूकम्प का उद्गम है। यह पृथ्वी के धरातल से प्रायः पचास-साठ मील नीचे होता है। भूकम्प की तरंगे तीन प्रकार की होती हैं —

(१) प्राथमिक तरंगे (Primary Waves)—इन्हे अँगरेजी में (P-waves) भी कहते हैं। ये ध्वनि-तरंगों के समान होती हैं। इनमें पदार्थों के कण गति की दिशा में ही प्रदोलित (oscillate) होते हैं।

(२) गौण तरंगे (Secondary waves) —इन्हे अँगरेजी में (S-waves) भी कहते हैं। ये प्रकाश तरंगों से मिलती जुलती हैं। इनमें कणों का प्रदोलन (Oscillation) गति की दिशा के प्रति समकोण बनाता है।



चित्र ३४३—भूकम्प की तरंगे

(३) पृष्ठ तरंगे (Surface waves) —इन्हे अँगरेजी में S—waves भी कहते हैं। जैसा कि इनके नाम से प्रकट है, ये पृथ्वी के धरातल तक ही सीमित रहती हैं और अभ्यन्तर में नहीं जाती। इनका आवृत्तिकाल (Period) अपेक्षाकृत लम्बा होता है।

चित्र ३४३ में भूकम्प की तरंगों के प्रकार प्रदर्शित किये गये हैं। भूकम्प के उद्गम आरम्भ होकर ये लहरे सभी दिशाओं में धरातल की ओर अग्रसर होती हैं। यदि पृथ्वी की रचना सर्वत्र एक सी होती तो ये लहरे सीधी रेखाओं में आगे बढ़तीं, किन्तु वास्तव में पृथ्वी की रचना सब जगह एक सी नहीं है। उसमें भिन्न-भिन्न घनत्व के अनेक स्तर हैं। जहाँ भी दो भिन्न घनत्व के स्तर मिलते हैं, वही पर इन तरंगों में वर्तन (Refraction) और परावर्तन (Reflection) होता है। ऐसे समतलों को जो दो भिन्न घनत्व के स्तरों को पृथक् करता है 'विचालिता तल' (Anamoly Plane) अथवा 'विरततातल' (Discontinuity Plane) कहने हैं। पृथ्वी के अभ्यन्तर में घनत्व के बार-बार बदलने से तरंग का मार्ग टेढ़ा हो जाता है।

हाल ही में नवीन तरंगों के दो वर्गों की खोज हुई है —

(१) Pg—Sg तरंगे—ये P—S तरंगों के समान हैं, किन्तु इनकी गति का वेग अपेक्षाकृत कम है।

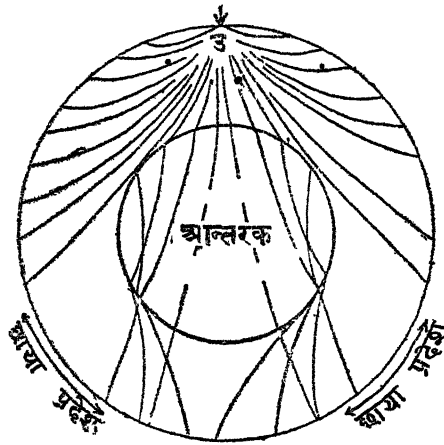
(२) P*—S* तरंगे—ये भी P—S तरंगों से मिलती-जुलती हैं, किन्तु इनका गति-वेग P—S वर्ग और Pg—Sg वर्ग की तरंगों के बीच का है।

तरंगों के मुड़ जाने से भूपृष्ठ के कुछ प्रदेश भूकम्प से विल्कुल भी प्रभावित नहीं होते। ऐसे प्रदेशों को 'छाया-प्रदेश' (Shadow Zone) की सज़ा दी गई है। चित्र ३४४ में उन्हें प्रदर्शित किया गया है।

इन तीन वर्गों की तरंगों के अनुसंधान से यह निष्कर्ष निकलना है कि पृथ्वी में तीन प्रकार के स्तर हैं —

(१) सबसे कम वेगवान तरंगे अर्थात् Pg—Sg तरंगे हल्के पदार्थों से बने सबसे ऊपर के स्तर में प्रवाहित होती हैं।

(२) सबसे अधिक वेगवान तरंगे अर्थात् P—S तरंगे भारी पदार्थों से बने सबसे नीचे वाले स्तर में प्रवाहित होती हैं।



चित्र ३४४—पृथ्वी में भूकम्प की तरंगों के पथ

(३) मध्यवर्ती (Intermediate) वेग की तरंगें अर्थात् P^* — S तरंगें बीच के स्तर में प्रवाहित होती हैं।

इस प्रकार तरंगों का अध्ययन इस कथन की पुष्टि करता है कि पृथ्वी में तीन स्तर हैं, जिनका घनत्व गहराई के साथ बढ़ता जाता है।

किसी भी तरंग के गति-वेग से यह अनुमान लगाया जा सकता है कि वह जिस स्तर में से होकर आई है, उसका घनत्व, संपीड्यता (Compressibility) और अन्य भौतिक गुणों का मूल्य क्या है। यह कथन निम्नलिखित उदाहरण से स्पष्ट हो जायगा। मान लीजिए किसी लडके को यह आदेश दिया जाय कि वह मैदान, मरुस्थल और कीचड़ प्रत्येक में एक एक मील दौड़े। स्पष्ट है कि वह मैदान की दूरी सबसे शीघ्र पूरी कर लेगा, मरुस्थल में एक मील दौड़ने में उसे अधिक समय लगेगा और कीचड़ में पैर फँसने से उसे सबसे अधिक समय लगेगा। अतएव यदि हमें यह ज्ञात हो कि लडके के दौड़ने का वेग क्या है, तो हम तुरन्त ही यह बतला सकते हैं कि वह मैदान में दौड़ा है या मरुस्थल में अथवा कीचड़ में। ठीक यही दशा भूकम्प की तरंगों की भी है। उनके वेग से हम पृथ्वी की आन्तरिक रचना का अनुमान कर सकते हैं।

भूकम्प की तरंगों के अध्ययन से भूपर्पटी की रचना के सम्बन्ध में ये निष्कर्ष निकलते हैं —

(१) ऊपरी स्तर के गुण बहुत कुछ ग्रेनाइट (Granite) से मिलते-जुलते हैं।

(२) मध्यवर्ती स्तर के गुण बेसाल्ट (Basalt) से मिलते हैं। डैली और जैफ़े के अनुसार इस स्तर में बेसाल्ट ग्लास (Basalt Glass) का प्राधान्य है और होम्स तथा वैजेनर के अनुसार उसमें एम्फिबोलाइट (Amphibolite) का प्राचुर्य है।

(३) नीचे के स्तर के पदार्थ बेसाल्ट से भारी हैं और उनमें ओलीवीन (Olivine) की मात्रा बहुत है। इसे ड्यूनाइट (Dunite) या पेरिडोटाइट (Peridotite) का स्तर कहा गया है।

जहाँ तक मोटाई का सम्बन्ध है, जैफ्रे का विचार है कि ऊपरी स्तर (योरप के नीचे) १०, १२ किलोमीटर मोटा है और मध्यवर्ती स्तर २०-२५ किलोमीटर। जर्मनी और जापान के भूकम्पवेत्ता इन स्तरों को और भी मोटा मानते हैं। नीचे के स्तर की मोटाई के विषय में निश्चित सख्याये नहीं दी गई हैं—तो भी इतना तो निर्विवाद है कि—वह ऊपर के दोनों स्तरों से अधिक मोटा है।

यह ज्ञात हुआ है कि L तरंगों का वेग स्थल की अपेक्षा सागरनितल में (विशेषकर प्रशान्त नितल में) अधिक है। इससे यह विदित होता है कि ग्रैनाइट (Granite), जिससे स्थल-खण्ड बने हैं, सागर नितल में कम है। L तरंगों का वेग अटलाण्टिक की अपेक्षा प्रशान्त नितल में अधिक है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि अटलाण्टिक नितल में अब भी ग्रैनाइट (Granite) काफी मात्रा में वर्तमान है।

L तरंगों पृष्ठ तक ही सीमित हैं अतएव उनसे पृथ्वी के अन्तर का कुछ भी ज्ञान नहीं होता। पृथ्वी के अभ्यन्तर के जानने के लिये P—S तरंगों का अध्ययन आवश्यक है। गहराई के साथ इन तरंगों का गति-वेग बढ़ता जाता है। यह वृद्धि प्रायः पृथ्वी की त्रिज्या के ३/१० भाग की गहराई तक पाई जाती है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि इतनी गहराई तक पृथ्वी स्थिति-स्थापक (Elastic) ठोस पदार्थ से बनी है। ओल्डहम (Oldham) ने सन् १९०६ ई० में यह ज्ञात किया कि अभिकेन्द्र (Epicentre) से १२०° या अधिक के अन्तर पर तरंगें लुप्त हो जाती हैं। ये तरंगें तरल पदार्थों में प्रवाहित नहीं होती अतएव इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि पृथ्वी का आन्तरक (Core) आधी त्रिज्या तक फैला हुआ है और वह तरल है। आधुनिकतम खोजों से कुछ और बातों का पता चला है किन्तु उनसे मुख्य निष्कर्ष में कोई अन्तर नहीं पड़ता।

(३) पृथ्वी के अभ्यन्तर के स्तर

(The Zones of the Earth's Interior)

पृथ्वी की आन्तरिक रचना के विषय में विद्वानों के भिन्न-भिन्न मत हैं। चित्र ३४५ में एक बहुजनमान्य मत प्रदर्शित किया गया है। इसके अनुसार पृथ्वी में निम्नलिखित स्तर हैं —

(१) आन्तरक (Core)—आयतन में यह पृथ्वी का छठवाँ भाग है। पृथ्वी के चुम्बकत्व (Magnetism) और परिदृढत्व (Rigidity) से भी इसका समर्थन होता है। यह लोहे और निकैल के मिश्रण से बना है। इसका घनत्व ११.६ है।

(२) लोहे और मिश्रित सिलिकेट का स्तर—इसकी मोटाई लगभग १७०० किलोमीटर है। आयतन में यह पृथ्वी का चौथाई भाग है। इसके ऊपरी भाग में

मुख्यतः सिलिकेट हैं और निचलेभाग में मुख्यतः लोहा है।

(३) सिलिकेट का भीतरी स्तर—इसकी मोटाई लगभग ११४० किलोमीटर है। इसका घनत्व ३१ से ४७ तक है।



चित्र ३४५—पृथ्वी की आन्तरिक रचना

(४) सिलिकेट का ऊपरी स्तर अथवा बाह्य पृष्ठ—इसकी मोटाई लगभग ६० किलोमीटर है। इसका घनत्व २७ से २९ तक है।

इस प्रकार की संरचना का समर्थन निम्नलिखित विज्ञान भी करते हैं —

- (१) विश्वोत्पत्ति शास्त्र (Cosmogony)
- (२) भौतिक शास्त्र विशेषकर शिलाओं की संपीड्यता का प्रायोगिक अध्ययन (Experimental studies in the compressibility of rocks)
- (३) उल्का-विज्ञान (The Science of Meteorites)

बावनवाँ परिच्छेद

“महाद्वीपों और महासागर-नितलों की उत्पत्ति तथा स्थायित्व”

[THE ORIGIN AND PERMANENCY OF CONTINENTS AND OCEAN-BASINS]

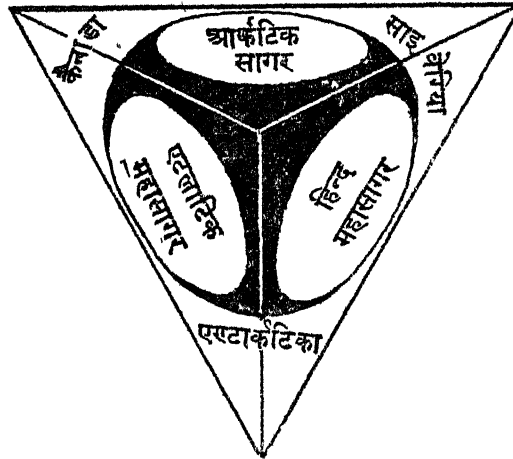
(क) उत्पत्ति विषयक प्रमुख उपकल्पनायें

महाद्वीपों और महासागरों की उत्पत्ति के सबंध में अनेक उपकल्पनायें की गई हैं। इनमें से कुछ प्रमुख अत्यन्त सक्षेप में नीचे दी जा रही हैं —

(१) **लार्ड कैल्विन**—संभव है, पृथ्वी की गैसीय प्रावस्था (Gaseous Phase) समाप्त होने के पूर्व महाद्वीप न्युक्लि-आतच (Nuclear Clots) रहे हों अर्थात् अपनी आरम्भिक अवस्था में जब पृथ्वी गैस का पुंज थी—उस समय महाद्वीप ऐसे आकर्षण के केन्द्र थे, जहाँ आद्य पदार्थ विशेष रूप से एकत्र हुए हैं।

(२) **सौलेस**—पृथ्वी के घरातल के वर्धन (Bulges) और निम्नन (Depressions) वायुमण्डल के दबाव (Atmospheric Pressure) को विभिन्नता के द्योतक हैं। अन्य शब्दों में जहाँ पर वायु का भार अधिक था, वहाँ महासागर बन गए और जहाँ वायु का भार कम था वहाँ महाद्वीप बने गए।

(३) **ग्रहाणु (Planetesimal)** सम्बन्धी उपकल्पना—इसके अनुसार पृथ्वी के प्राकृतिक विभाग ग्रहाणुओं के असम पात के कारण बने हैं अर्थात् जहाँ पर ग्रहाणुओं का पात अधिक हुआ है, वहाँ महाद्वीप बन गए हैं और जहाँ इनका पात कम हुआ है, वहाँ महासागर बन गए।



चित्र ३४६—लोथियन ग्रीन की उपकल्पना

(४) लोथियन ग्रीन—इन्होंने यह उपकल्पना की है कि आरम्भ में पृथ्वी चतुरनीक (Tetrahedron) के रूप में थी (चित्र)। इस चतुरनीक के चारों फलकों पर महासागर थे और क्षैतिज-तटों पर महाद्वीप थे। आर्कटिक महासागर ऊपरी फलक पर था और अण्टार्क्टिका महाद्वीप निम्नतम बिन्दु पर स्थित था।

(५) जे० डब्ल्यू० ग्रेगरी

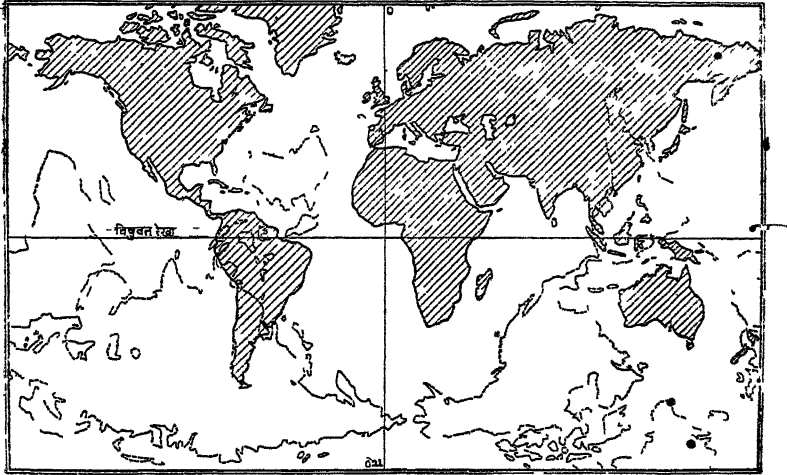
इन्होंने लोथियन ग्रीन की उपर्युक्त उपकल्पना का और भी अधिक विकास किया है। अपने पक्ष के समर्थन के लिये इन्होंने अनेक भौगोलिक तथ्य उपस्थित किये हैं—

(१) उत्तरी गोलार्ध में स्थल का आधिक्य।

(२) महान भौगोलिक इकाइयों—अर्थात् महाद्वीप और महासागरों की तिकोनी आकृति।

(३) स्थलखंडों का ध्रुवों के प्रति त्रिविकरक (Tri-radial) विन्यास

(४) स्थलखण्डों और महासागरों का पारस्परिक प्रतिध्रुवीय (Antipodal) होना।



चित्र ३४७—स्थलखंडों और महासागरों का प्रतिध्रुवीय वितरण

इतने अनुकूल प्रमाण होते हुए भी, दुर्भाग्य से, गणित का एक ही तथ्य इस उपकल्पना को असफल सिद्ध कर देता है—

‘चतुरनीकीय विरूपण (Tetrahedral Deformation) समतोल की आकृति (Figure of equilibrium) के अनुरूप नहीं है।’^१

1 A tetrahedral deformation does not correspond with a figure of equilibrium

(६) प्रो० लैपवर्थ

इनके अनुसार महाद्वीप और महासागर विस्तृत भजो (Broad Folds) के प्रतिनिधि हैं। महाद्वीप शीर्ष (Crest) के द्योतक हैं और महासागर पाद (Trough) के।

सिद्धान्त की समीक्षा

प्रथम तो ऐसे कोई भी प्रमाण नहीं हैं, जिनसे यह सिद्ध होता हो कि महाद्वीप और महासागर भज हैं, फिर यदि उन्हें भज मान भी लिया जावे, तो उनके बनने की क्रिया स्पष्ट नहीं होती।

अतएव, लैपवर्थ की उपर्युक्त उपकल्पना अस्वीकृत कर दी गयी।

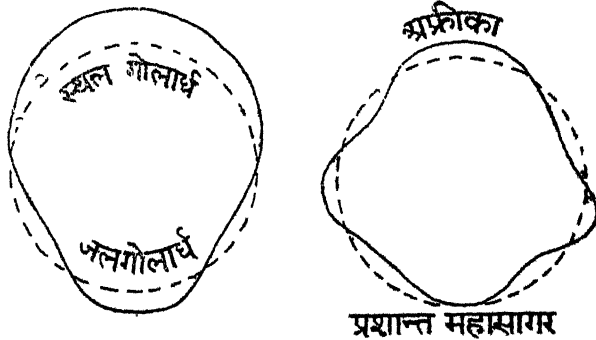
(७) लव

जैसा की ऊपर उल्लेख हो चुका है, लैपवर्थ की उपकल्पना अस्वीकृत कर दी गई थी, किन्तु लव ने इसे पुनः जीवन प्रदान कर दिया। इन्होंने गणितीय विश्लेषण (Mathematical Analysis) से यह सिद्ध किया है कि यदि किसी भौम-पदार्थ का आकृष्टि-केन्द्र (Centre of Gravity) और आकृति-केन्द्र (Centre of Form) एक ही बिन्दु पर नहीं होता है, तो उसमें विरूपण होता है अर्थात् उसका कुछ भाग ऊपर उठ जाता है और कुछ अंश नीचे घस जाता है। इस धारणा के अनुसार जैसा विन्यास (Configuration) होना चाहिये, महाद्वीपों की आकृति बहुत कुछ वसू ही है।

समीक्षा-नवीन भूभौतिकीय अवधारणाये (Geo-Physical Conceptions) इस उपकल्पना के अनुकूल नहीं हैं।

(८) जीन्स

इनके अनुसार चन्द्रमा को जन्म देने के पश्चात् तथा एक अन्य उपग्रह को जन्म देने के पूर्व जब पृथ्वी रश्चिफल (Pear) के आकृति की थी, तभी उसमें घनीभवन हुआ।



चित्र ३४८—जीन्स तथा सौलैस के अनुसार पृथ्वी का विरूपण

स्पष्ट है, कि ऐसी पृथ्वी में निम्नलिखित अवयव अवश्य होंगे—(१) एक स्थूल-गोलार्ध (२) रश्चिफल की शीवा के अनुरूप महासागर की बलयाकार मेखला।

और (३) स्थल गोलार्ध के प्रतिघ्रुव (Antipodal) एक छोटा द्वीप। चित्र डम ३४८ कथन की पुष्टि करता है यदि जीन्स के अनुसार पृथ्वी की आरम्भिक रचना को सही मान लिया जावे तो उसके शीतल होने के समय दोनों गोलार्धों में पारस्परिक आकर्षण होगा, जिसके फलस्वरूप विषुवतीय कटिबन्ध में वर्धन (Bulges) उत्पन्न हो जायेंगे।

सौलेस ने यह प्रदर्शित किया है कि पृथ्वी के स्थल और जल का वर्तमान वितरण बहुत कुछ उपर्युक्त उपकल्पना के अनुरूप है।

जीन्स तथा सौलेस की उपर्युक्त उपकल्पना के सन्दर्भ में औसमण्ड फिगर (Osmond Fisher) के उस सुझाव की ओर मकेत कर देना उचित होगा, जिसके अनुसार प्रशान्त-महासागर स्थलमण्डल से चन्द्रमा के पृथक हो जाने के फलस्वरूप उत्पन्न चकता का द्योतक है।

(९) जौली का तेजोद्गरण (Radio-Activity) का सिद्धान्त—
सक्षेप में, यह सिद्धान्त इस प्रकार है —

(१) महाद्वीपों के नीचे के स्तर में सिलिकन (Silicon) और मैग्नेशियम (Magnesium) नामक खनिजों का बाहुल्य है। यही कारण है कि भूपर्पटी के इस स्तर को $Si + Ma = Sima$ (सिमा) कहते हैं। सिमा में तेजोद्गरण (Radio-active) पदार्थ बहुत पाये जाते हैं। इन तेजोद्गरण पदार्थों का वियोजन (Disintegration) होता रहता है, जिससे बड़ी अधिक मात्रा में ताप उद्विकसित होता है।

(२) सिमा के ऊपर महाद्वीपों का स्तर है। इसमें सिलिकन (Silicon) और एल्यूमीनियम (Aluminium) नामक खनिज प्रचुरता से पाये जाते हैं। इसीलिये इसे $Si + Al = Sial$ (सियाल) की सज्ञा भी दी गई है। सियाल में सिमा से भी अधिक मात्रा में तेजोद्गरण पदार्थ विद्यमान हैं। इस स्तर का कुछ ताप विकिरण (Radiation) द्वारा निकल जाता है किन्तु इसके तेजोद्गरण पदार्थों से इतना अधिक ताप निकलता है कि उससे विकिरण द्वारा खोये हुए ताप की पूर्ति सरलता से हो जाती है।

(३) परिणाम यह होता है कि सिमा में जो ताप एकत्र होता रहता है वह बाहर नहीं निकलने पाता। इस प्रकार ताप के लगातार एकत्र होते रहने से सिमा का ताप बढ़ जाता है और फलस्वरूप उसका ऊपरी भाग पिघल जाता है।

(४) सिमा के द्रवित होने से उसका घनत्व घट जाता है, जिससे उसमें तैरने वाले महाद्वीप कुछ नीचे धस जाते हैं। कालान्तर में जब सिमा ठण्डा होकर पुनः जमना शुरू होता है तब उसके ऊपर का सियाल का स्तर आकार में बड़ा पड़ता है, जिससे उसमें स्वभावतः सिकुडन पड़ जाती है। इसी सिकुडन या भजन (Folding) के फलस्वरूप महाद्वीप और महासागर अस्तित्व में आये हैं।

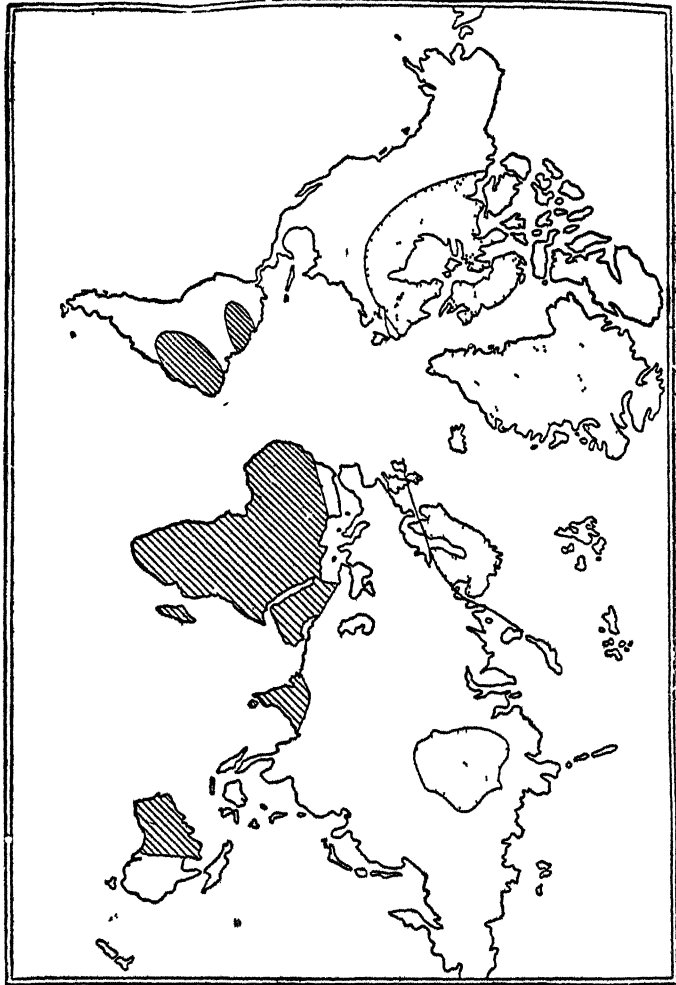
१० स्वैस (Suess) का सिद्धान्त

स्वैस के अनुसार भूपर्पटी को दो विभागों में बाँटा जा सकता है —

- (१) अवरोधी भाग (Resistant Parts)
- (२) अनवरोधी भाग (Non-resistant Parts)

(१) अवरोधी भाग—ये इतने अधिक कठोर हैं, कि इनपर भजन की क्रिया (Folding) का कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता। इनके अतर्गत कैनाडा (जिसे लॉरेंन्सियन

चित्र ३४२—मैपुर्पटी के अवरोधी एवं अनवरोधी भाग (दृष्टव्य—इस चित्र में लॉरेंसिया के अवरोधी भाग विन्दुओं द्वारा तथा गोडवानालैण्ड के अवरोधी भाग तिरछी रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किये गये हैं।)



शील्ड भी कहते हैं), पूर्वी साइबेरिया (अगारालैण्ड) आदि आते हैं। चित्र ३४९ में इन्हें विन्दुओं और तिरछी रेखाओं द्वारा दर्शाया गया है।

(२) अनवरोधी भाग—इनकी पर्पटी अपेक्षाकृत निर्बल और कोमल है, अतएव भजन की क्रिया (Folding) से ये तुरन्त प्रभावित होते हैं।

महाद्वीप अवरोधी पर्पटी पर स्थित है अथवा अनवरोधी पर्पटी के उन भागों पर है जो भजन (Folding) के फलस्वरूप ऊपर उठ गए हैं। भजन की यह

क्रिया महाद्वीपो से ही आरम्भ होती है। दूसरी ओर, महासागर भूपर्पटी के अनवरोधी भाग पर स्थित है अथवा अवरोधी भाग के उन अशो में विद्यमान है जो विभगन (Faulting) द्वारा नीचे घस गए हैं।

(ख) स्थायित्व (Permanency)

भूमिका—भूमण्डल में विद्यमान जल और स्थल के छोटे मोटे रूपधेय जैसे झील, तालाब, पहाड़ों आदि अपक्षरण (Erosion) या उन्मज्जन-निमज्जन (Elevation and subsidence) की क्रियाओं से बन सकते हैं, किन्तु महाद्वीप और महासागर जैसे महान प्राकृतिक विभाग इस प्रकार कदापि नहीं बने हैं। इस प्रकार की कल्पना भी बुद्धि को ग्राह्य नहीं है। भूपृष्ठ की ये महान इकाइयाँ और उनका विन्यास पूर्वकालीन युगों में कहाँ तक स्थायी रहा है—यह प्रश्न भौतिको जगत में पिछली एक शताब्दी से विवाद का विषय रहा है।

इस विषय में दो मत हैं—एक स्थायित्व का पोषक है, तो दूसरा अस्थायित्व का।

१—अस्थायित्व की विचारधारा—निम्नलिखित भौमिकीय प्रमाणों से सिद्ध होता है कि महाद्वीप और महासागर-नितल स्थायी नहीं है—

(१) तट-रेखाओं में विवर्तन (Shifting) होता रहता है।

(२) अनेक स्थलखण्डों में महासागरीय निक्षेप (Marine Deposits) उपलब्ध हुए हैं। इससे स्पष्ट है कि कभी न कभी वहाँ पर महासागर अवश्य था।

अस्थायित्व की विचारधारा के अनुयायी भूगर्भवेत्ता इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं—‘महासागर-नितल अपेक्षाकृत उथली द्रोणियाँ हैं। इनमें बालू और पक के निक्षेप स्तरशः स्थापित होते रहे हैं। नितल के ऊपर उठ जाने से महासागर महाद्वीपो में परिणत हो गए हैं और महासागरों के जल की बाढ़ से महाद्वीपो ने महासागरों का रूप ले लिया है।’

२—स्थायित्व की विचारधारा—नवीन अनुसंधानों से ज्ञात होता है कि उपर्युक्त विचारधारा सही नहीं है और महाद्वीप तथा महासागर-नितल स्थायी हैं।

सर्वप्रथम सन् १८४६ ई० में डाना (Dana) ने महाद्वीप एवं महासागर-नितल के स्थायित्व का प्रतिपादन किया था। उन्होंने कहा कि महाद्वीपो और महासागरों में स्थानान्तरण कभी भी नहीं हुआ है और पृथ्वी के इन महान विभागों का विन्यास सदैव स्थायी रहा है।

जिन प्रमाणों से महासागर-नितल के स्थायित्व का समर्थन होता है, उनमें मुख्य ये हैं—

(१) सागर नितल की आकृति स्वयं अपने स्थायित्व की द्योतक है। उन्नीसवीं शताब्दी में सपन्न ध्वनीकरण (Sounding) से विदित होता है कि महासागर-नितल का प्रच्छेद (Cross-Section) आकृति में वाष्पीकरण के पात्र (Evaporation Basin) की अपेक्षा रस-तप्तिका (Soup Plate) से अधिक मिलता जुलता है। इसके अतिरिक्त ऐतिहासिक काल में अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) के उन्मज्जन से महाद्वीप कभी नहीं बने। जब कभी भी नवीन द्वीप अस्तित्व में आये हैं, तो उथले महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) में ही।

(२) महाद्वीपो मे पाये जाने वाले निक्षेप महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) तथा महाद्वीपीय प्रवण (Continental Slope) मे पाये जाने वाले निक्षेपो से मिलते जुलते है और अथाह सागर स्थली (Deep Sea Plain) के निक्षेप से सर्वत भिन्न है। अथाह सागर के निक्षेप केवल कुछ महासागरीय द्वीपा (Oceanic Islands) मे पाये जाते है।

स्थल सेतुओ (Land Bridges) की अवधारणा

यद्यपि उपर्युक्त प्रमाण अत्यन्त स्पष्ट है, तथापि जीवशास्त्र (Zoology) की कुछ अवधारणायें इसके विरुद्ध है। स्थल के कुछ जीवों का वितरण बड़ा ही आश्चर्यजनक है। उदाहरण के लिये अन्धे साँप और कुछ विशेष जाति की तितलियाँ केवल दक्षिणी महाद्वीपो मे पाई जाती है। इनके वितरण के स्पष्टीकरण के लिये जैविकीविद् यह कल्पना करते है कि अत्यन्त प्राचीन काल मे ये महाद्वीप सहस्रों मील लम्बे स्थल-सेतुओ से मिले हुए थे। कालान्तर मे ये सेतु नष्ट होकर डूब गये। यह कल्पना असम्भव सी लगती है, क्योंकि ये सेतु ऐसे हल्के पदार्थों से बने होंगे, जिनके डूबने का प्रश्न ही नहीं उठता। फिर इनसे इतने दूर स्थित देशों का एक साथ हिमनदियों द्वारा प्रभावित होना भी तो स्पष्ट नहीं होता।

आपत्तियाँ

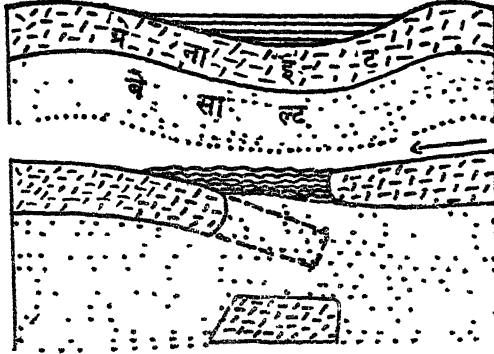
महाद्वीपीय प्रवाह के विपक्ष में दिये गये प्रमाणों में सबसे महत्वपूर्ण यह है कि अभी तक उन बलों का जिनके कारण महाद्वीप प्रवाहित हुए हैं—स्पष्टीकरण नहीं हो सका है। उदाहरण के लिये वैजेनर का कथन है कि अमरीका का पश्चिमी दिशा में प्रवाह वेला-बल (Tidal Force) के कारण हुआ है। ज्योतिषवेत्ताओं ने गणित द्वारा यह निश्चित किया है कि अमरीका को पश्चिम की ओर प्रवाहित करने के लिये, जिस बल की आवश्यकता होगी वह वर्तमान वेला-बल का दस अरब गुना होगा। प्रथम तो यह संभव ही नहीं, फिर—यदि इसे संभव भी मान लिया जावे, तो उससे पृथ्वी का परिभ्रमण रुक जायगा। भौतिक शास्त्र के विद्वानों का कहना है कि सिमा (Sima) के आलस्य (Viscosity) के कारण महाद्वीप प्रवाहित नहीं हो सकते।

३ डैली (Daly) की उपकल्पना

इस सिद्धान्त की संक्षिप्त रूप-रेखा यह है—

रूप रेखा—जब भूद्रोणी (Geosyncline) में एकत्र अवसाद (Sediments) का भार बहुत अधिक हो जाता है, तब वह नीचे धँसती है और उसकी

ओर स्थलखण्डों का अध सर्पण (Downsliding) होता है। इससे उमका नितल फट जाता है और उसके टुकड़े नीचे बेसाल्ट में चले जाते हैं (चित्र ३६०) नीचे ताप का मात्रा बहुत अधिक होती है, जिससे ये टुकड़े गरम होकर फँलते हैं। इसके अतिरिक्त नितल के विदीर्ण हो जाने से भूद्रोणी के अवसाद पृथ्वी के आन्तरिक ताप से गरम



होकर फँलते हैं। उनकी चित्र ३६०—डैली के अनुसार पर्वतों का बनना इस क्रिया से जलज शिलाओं के ऊपरी स्तर में ऊर्ध्व-गति (Uplift) होती है।

आपत्ति—यदि इस कल्पना को सही मान लिया जाय तो इससे उन्मज्जन अथवा ऊर्ध्व-गति तो समझ में आ जाती है, किन्तु यह स्पष्ट नहीं होता कि भजन के लिये आवश्यक क्षैतिज-बल कहाँ से आये?

४ भूसन्तोल के पुनर्व्यवस्थापन का सिद्धान्त (Theory of Isostatic Re-adjustments)

रूपरेखा—भूसन्तोल की विस्तृत विवेचना प्रकरण में की गई है। इस सिद्धान्त का प्रतिपादन अमरीकी ज्यामितिवेत्ताओं (Geodesists) ने किया है। इसके अनुसार भूपर्पटी के ऊपरी स्तर को समान आधार (Base) और समान ऊँचाई के एक से स्तम्भों में बाँटा जा सकता है। साधारणतः इन स्तम्भों में सन्तुलन रहता है। चित्र

में प्रदर्शित एक स्तम्भ 'पर्वत' का द्योतक है और दूसरा 'सागर' का। नदियाँ पर्वतों का अपक्षरण (Erosion) करती रहती हैं, जिससे उनका भार घटता रहता है। दूसरी ओर अपक्षरित पदार्थ महासागरो में एकत्र होता रहता है, जिससे उनका भार बढ़ता जाता है।

जब पर्वत-स्तम्भ का भार काफी घट जाता है और सागर-स्तम्भ का भार काफी बढ़ जाता है तब सन्तुलन की दशा नष्ट रह पाती। पर्वत स्तम्भ हल्का होने से ऊपर उठता है और सागर-स्तम्भ भारी होने से नीचे धँसता है। इस सिद्धान्त के अनुसार स्तम्भों का ऊपर उठना और नीचे धँसना गिरि-निर्माण का आवश्यक अंग है।

आपत्तियाँ—(१) पर्वतों की उत्पत्ति के लिये क्षैतिज बल (Horizontal forces) आवश्यक हैं—इस सिद्धान्त में उनका कोई उल्लेख नहीं है। उदय गतियों (Vertical movements) से क्षैतिज-बल उत्पन्न नहीं हो सकते।

(२) संभव है, भूसन्तोल से पर्वतों की उत्पत्ति पर प्रभाव पड़ता हो, किन्तु उससे पर्वत नहीं उत्पन्न होते। पर्वतों की उत्पत्ति का कारण तो कुछ और ही है। जब इन कारणों से पहाड़ बनने की क्रिया आरम्भ हो जाती है—तब भूसन्तोल का सिद्धान्त कार्य करता है।

५ भूद्रोणी विषयक उपकल्पना

(The Geosynclinal Theory)

भूद्रोणी (Geosyncline)

भूपृष्ठ के उन लम्बे, सकरे, निचले और क्रमशः धँसनेवाले क्षेत्रों को जिनमें नदियों द्वारा लाये गये अवसाद (Sediments) के एकत्र होने से पर्वत बन जाते हैं—हम भूद्रोणी कहते हैं।

गिरि-निर्माण की प्रावस्थायें

भजित पर्वत श्रेणियों (Folded Mountain Ranges) के जीवन के इतिहास को तीन भागों में बाँटा जा सकता है —

(१) गिरि-निर्माण का पूर्वकाल (Pre-Orogenic Period)—यह पर्वतों के जीवन का आरम्भिक काल है। इसमें पर्वतों की सृष्टि के लिये उपयुक्त स्थान तैयार होता है, जिसे भूद्रोणी कहते हैं। इसमें नदियाँ अपने अवसाद (Sediments) डालती रहती हैं। अवसाद के बृहद् भार से भूद्रोणी क्रमशः धँसती रहती है।

(२) गिरि-निर्माण काल (Orogenic Period)—इस काल में क्षैतिज दिशा से आनेवाले दबाव के कारण भूद्रोणी के स्तरों में भजन (Folding) तथा विभगन (Faulting) होता है।

(३) गिरि-निर्माण का उत्तर-काल (Post Orogenic Period)—पर्वत श्रेणी बन जाने के बाद वायु, हिम, वर्षा आदि अभिकर्ता उसका अपक्षरण शुरू कर देते हैं, जिससे उसकी ऊँचाई क्रमशः घटने लगती है।

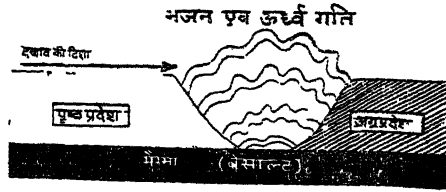
पृष्ठ प्रदेश और अग्रप्रदेश

(Hinterland and Foreland)

पृष्ठ प्रदेश—भजित श्रेणियाँ बनते समय जिस दिशा से मुख्य बल आता है, उस दिशा के प्रदेश को पृष्ठ-प्रदेश (Hinterland or backland) कहते हैं—जैसे हिमालय पर्वत बनने के लिए तिब्बत की ओर से दबाव पडा, अतएव इस दशा में तिब्बत पृष्ठ-प्रदेश हुआ। इसके विपरीत आल्प्स की रचना में मुख्य दबाव दक्षिण की ओर से आया, अतएव वहाँ पर उत्तरी अफ्रीका पृष्ठ-प्रदेश है।

अग्र प्रदेश (Foreland)—

भजन का मुख्य बल जिस दिशा की ओर लगता है। उसे अग्र-प्रदेश कहते हैं—उदाहरण के लिये हिमालय पर्वत के बनने में दक्षिणी पठार (Deccan Plateau) अग्र प्रदेश था, क्योंकि इसने तिब्बत की ओर से आनेवाले दबाव को रोका। इसी प्रकार आल्प्स की रचना में दक्षिणी योरप अग्र-प्रदेश था।



चित्र ३६१—भजित पर्वत (Folded Mountain) का निर्माण

गिरि निर्माण का इतिहास

अब हम गिरि-निर्माण का थोडा विस्तृत अध्ययन करेंगे। यह तो पहले कहा जा चुका है, कि गिरि-निर्माण की क्रिया आरम्भ होने के लिये यह आवश्यक है कि कहीं पर एक निचला क्षेत्र हो, जिसके निकटवर्ती ऊँचे स्थानों से अवसाद एकत्र होते हों। ऐसा क्षेत्र प्रायः सागर होता है, यद्यपि यह आवश्यक नहीं है। एकत्र हुए अवसाद के दबने से स्तर बनते रहते हैं इन स्तरों की मोटाई बहुत अधिक होती है। पर्वतों की रचना के लिये यह आवश्यक भी है। प्रायः स्तरों की ऊँचाई लगभग २५,००० फुट तक होती है।

एकत्र हुए अवसाद के वृद्धि भार के कारण भूद्रोणी नीचे की ओर धँसती है। इसे अवसादन का अधोगति (Sedimentation subsidence) कहते हैं इसकी एक सीमा होती है और भूद्रोणी की समस्त अधोगति इस प्रकार नहीं हुई है। जब दो विरोधी दिशाओं से दबाव पडता है, तब भूद्रोणी के स्तर मुड जाते हैं और उसके दोनो छोर एक दूसरे के निकट आ जाते हैं। इन छोरों के निकट आने से भूद्रोणी की गहराई बढ जाती है। इसे सपीडन की अधोगति (Compression subsidence) कहते हैं। भूद्रोणी के क्रमशः सकरे और गहरे होने की क्रिया चलती रहती है और साथ ही उसमें अवसाद भी एकत्र होते रहते हैं। किसी नियत काल में भूद्रोणी की जितनी गहराई बढती है, अवसाद उससे कहीं अधिक पूर्ति कर देते हैं। फल यह होता

है कि भूद्रोणी क्रमशः भरती रहती है। कालान्तर में भूद्रोणी अवसादों से बिल्कुल भर जाती है।

इसके बाद गिरि-निर्माण (Orogenesis) की प्रवस्था आती है। जब दो विरोधी दिशाओं से दबाव पड़ता है, तब भूद्रोणी में एकत्र हुआ अवसाद भ्रंजित हो जाता है। जब दबाव की मात्रा अधिक होती है, तो कभी-कभी विभग (Faults) भी बन जाते हैं। विभगन के कारण प्रायः एक स्तर दूसरे स्तर के ऊपर चढ़ जाता है जिससे भूद्रोणी पर भार की मात्रा और भी बढ़ जाती है और वह नीचे घँसती है। इस प्रकार की अधोगति को भजन या विभगन की अधोगति (Folding or Faulting Subsidence) कहते हैं। जब दबाव की मात्रा घटती है, तब भूद्रोणी के स्तर ऊपर उठते हैं। यहाँ पर यह भी उल्लेखनीय है कि स्तरों के नीचे घँसने से उनकी जड़ें अधिक तापमान के क्षेत्र में चली जाती हैं। वहाँ वे गरम होकर फैलती हैं। यह भी ऊर्ध्वगति (Uplift) का एक कारण है। इस प्रकार क्षैतिज सपीडन (Horizontal Compression) के बाद ऊर्ध्वगति होती है।

इसके बाद गिरि-निर्माण की उत्तरकालीन (Post Orogenic) प्रावस्था आती है। पर्वत-श्रेणियों के बन जाने के बाद अपक्षरण के विभिन्न अभिकर्ता जैसे हिम, वायु, वर्षा, पाला आदि अपना कार्य आरम्भ कर देते हैं। अपक्षरण से पर्वत घिसते रहते हैं और उनकी उँचाई क्रमशः कम होती जाती है। इसकी महत्ता इस तथ्य से समझी जा सकती है कि पश्चिमी आल्प्स में अपक्षरण से आठ नौ मील मोटा स्तर घिसकर नष्ट हो चुका है।

६ जौली का तापीय चक्र का सिद्धान्त

(The Thermal Cycle Theory of Joly)

संक्षेप में यह सिद्धान्त इस प्रकार है —

(१) महाद्वीपों के नीचे सिमा (Sima) के स्तर में तेजोद्गर (Radio-active) पदार्थ बहुत पाये जाते हैं। इनका वियोजन (Disintegration) होता रहता है, जिससे बहुत अधिक मात्रा में ताप विकसित होता है।

(२) सिमा (Sima) के ऊपर सियाल (Sial) का स्तर, है, जिससे महाद्वीप बने हैं। सियाल (Sial) में सिमा (Sima) से भी अधिक मात्रा में तेजोद्गर (Radio-active) पदार्थ पाये जाते हैं। इस स्तर का कुछ ताप विकिरण द्वारा अवश्य निकल जाता है किन्तु इसके तेजोद्गर पदार्थों से इतना अधिक ताप निकलता है, कि उससे विकिरण द्वारा खोये हुए ताप की पूर्ति सरलता से हो जाती है।

(३) परिणाम यह होता है कि सिमा में जो ताप एकत्र होता रहता है, वह बाहर नहीं निकलने पाता। इस प्रकार ताप के लगातार एकत्र होते रहने से सिमा (Sima) का तापमान बढ़ जाता है और उसका ऊपरी भाग पिघल जाता है।

(४) सिमा के द्रवित होने से उसका घनत्व घट जाता है, जिससे उसमें तैरनेवाले महाद्वीप कुछ नीचे घँस जाते हैं और उनके निचले प्रदेश जलमग्न हो जाते हैं।

(५) जब अनुपर्पटी (Subcrust) द्रवित अवस्था में होती है, उस समय पर्पटी जो ठोस है, तनाव की अवस्था में रहती है। किन्तु ज्यो-ज्यो अनुपर्पटी का घनीभवन (Solidification) होता जाता है, त्यो-त्यो वह सिकुडती जाती है। अनुपर्पटी

में सिकुडन होने से महाद्वीप के किनारे पर पर्वत बन जाते हैं और सागर नितल में भी हल्के उभार और गड्ढे हो जाते हैं।

समाक्षा—(१) आलोचक इस सिद्धान्त से सन्तुष्ट नहीं हैं। उनका कहना है कि इस सिद्धान्त के अनुसार जो दबाव होगा, वह इतना समर्थ न होगा कि उससे पर्वत बन सकें।

(२) इस सिद्धान्त से परिप्रशान्त श्रेणियों (*Circum-Pacific Chains*) की रचना तो समझ में आ जाती है, किन्तु यह स्पष्ट नहीं होता कि अटलाण्टिक के तट पर इस प्रकार की श्रेणियाँ क्यों नहीं हैं। मध्य एशिया के पर्वतों के अस्तित्व का भी इससे स्पष्टीकरण नहीं होता।

(३) इस सिद्धान्त में एक गुण अवश्य है। इसमें क्षैतिज दबाव से होने वाले भजन और उन्मज्जन की क्रियाओं का अन्तर स्पष्टतः व्यक्त है।

७ होम्स का संवाहन की धाराओं का सिद्धान्त

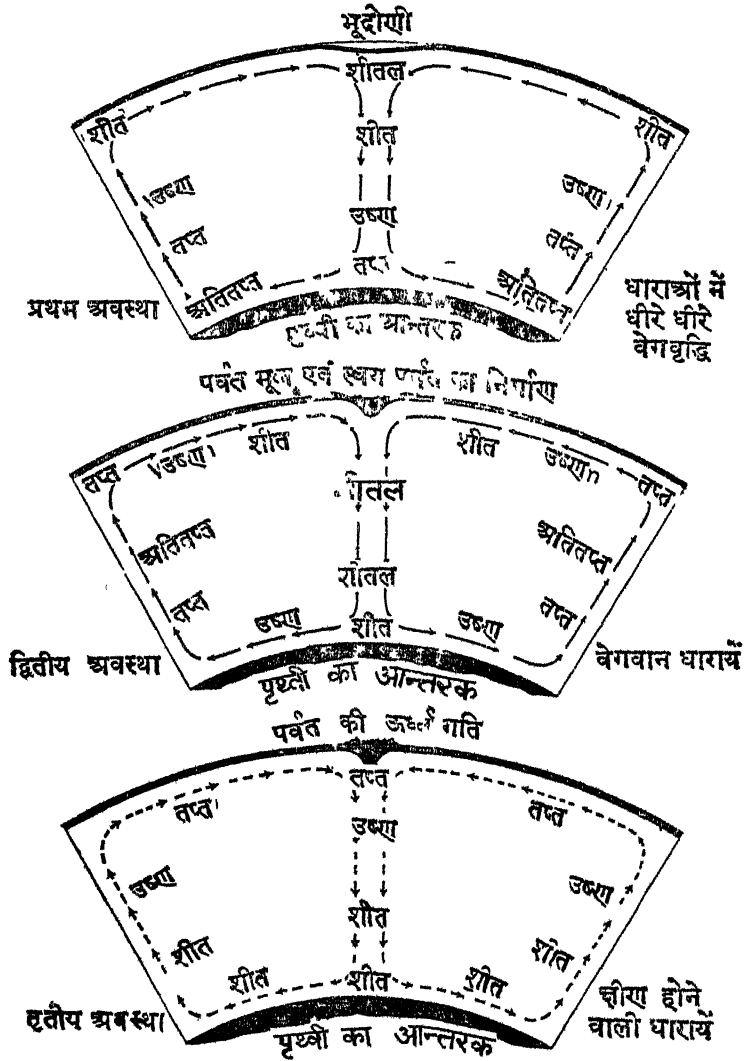
(*Holmes Theory of Convectional Currents*)

गिरि-निर्माण की क्रिया अब भी अनुमान और कल्पना का विषय है। पृथ्वी का स्थायित्व और सन्तुलन भ्वाकृष्टि (*Gravity*) के कारण है। इस सन्तुलन में यदि व्यतिक्रम (*Disturbance*) होता है, तो ताप के कारण। तापक्रम के बढ़ जाने से प्रस्तार एवं द्रवीभवन होता है। इसके विपरीत, ताप के क्षीण होने से घनीभवन तथा सकोचन होता है। अतएव, जब हम गिरि-निर्माण के विषय में विचार करते हैं, तब इसी निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि इस क्रिया का सम्बन्ध ताप सम्बन्धी परिवर्तनों से अवश्य होगा।

पृथ्वी अपनी आरम्भिक अवस्था में तरल थी। उस समय जब उसके शीतल होने की क्रिया आरम्भ हुई होगी, तब उसकी अनुपर्वटी (*Substratum*) में सवाहन की धाराएँ (*Convection Currents*) अवश्य अस्तित्व में आ गईं होंगी। फलस्वरूप कुछ स्थानों में अपेक्षाकृत उष्ण एवं हल्का पदार्थ ऊपर उठकर भूपर्वटी के नीचे तक पहुँच गया होगा। यही नहीं, उसका कुछ भाग संचालन द्वारा बाहर भी निकल गया होगा। प्रत्येक सवाहन की धारा ऊपर पहुँच कर चारों दिशाओं में फैलती है। ऊपर प्रवाहित होनेवाली जब दो धाराएँ परस्पर टकराती हैं, तब वे नीचे की ओर प्रवाहित होती हैं। चित्र ३६२ से यह कथन स्पष्ट होगा। नीचे की ओर प्रवाहित होने वाली सवाहन की धाराओं में अपेक्षाकृत ठण्डा और भारी पदार्थ होता है। मध्यवर्ती और किनारों के स्तम्भों के घनत्व में अन्तर होता है। घनत्व का यह विभेदन प्रवाह की क्रिया के लिये आवश्यक बल प्रदान करता है। इस प्रकार का प्रवाह-क्रम उस समय तक चलता रहता है, जब तक पदार्थ का द्रवणांक (*Freezing Point*) नहीं पहुँच जाता।

जब तक तेजोद्गार पदार्थों की खोज नहीं हुई थी, तब तक यह अनुमान किया जाता था कि सवाहन द्वारा पृथ्वी के ठण्डे होने की क्रिया अधिक समय तक न चली होगी। यदि पृथ्वी के अन्त्यन्तर को किसी प्रकार कुछ ताप सतत रूप से उपलब्ध हो सके, जो संचालन (*Conduction*) विकिरण (*Radiation*) और आग्नेय क्रिया (*Igneous Activity*) द्वारा खोये गये ताप की पूर्ति कर सके—तो सवाहन की धाराओं का क्रम जारी रह सकता है। पृथ्वी के अन्त्यन्तर में विद्यमान तेजोद्गार पदार्थ

(Radio-active substances) इस आवश्यक ताप को सतत रूप में प्रदान करते हैं। तेजोद्गम पदार्थों का उल्लेख पूर्व में हो चुका है। इन पदार्थों में यह विशेषता होती है कि उनके परिमाणुओं (Atoms) का वियोजन (Disintegration) होता रहता है। वियोजन के फलरूप एक तत्व दूसरे तत्व में परिणत हो जाता है। जब यह

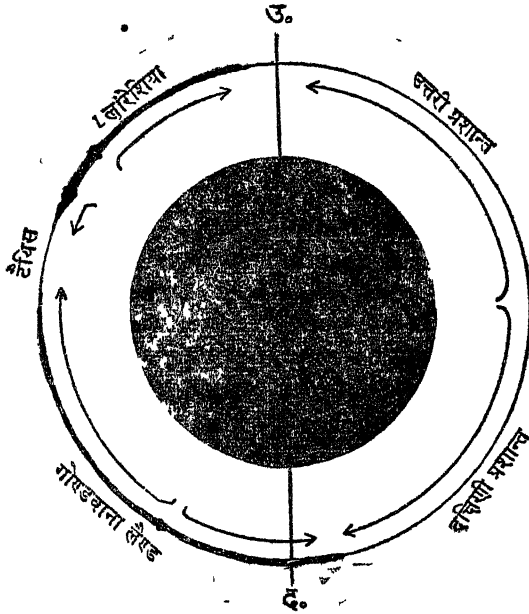


चित्र ३६२—पृथ्वी के अन्दर सवाहन की धाराओं की विभिन्न प्र.वस्थायें
 सम्पन्न होती है, तब ताप की बहुत बड़ी मात्रा उद्विकसित होती है। तेजोद्गम

पदार्थों के सामान्य उदाहरण यूरेनियम, रेडियम, थोरियम आदि हैं। इनकी खोज ने सवाहन प्रवाह के सिद्धान्त को आधार प्रदान किया है।

भूपर्पटी पर उसके ठीक नीचे क्षैतिज दिग्घु में प्रवाहित होनेवाली सवाहन की धाराओं का प्रभाव पड़ता है। जहाँ ये अपसृत (Diverge) होती है अथवा फैलती है, वहाँ भूपर्पटी में खिचाव अथवा आतति (Tension) उत्पन्न हो जाती

इसके विपरीत जहाँ ये धाराये ससृत (Converge) होती है अथवा मिलती है, वहाँ भूपर्पटी में दबाव उत्पन्न हो जाता है। अतएव पर्वतीकरण (Orogenesis) उन स्थानों में होता है जहाँ दो विपरीत दिशाओं से धाराये मिलती हैं और फिर नीचे की ओर चली जाती है। इस प्रकार भूपृष्ठ के विशेष भागों में ही पर्वतों का बनना स्पष्ट हो जाता है। चित्र ३६३ से टेथिस सागर में तथा प्रशान्त के तटों पर पहाड़ों का बनना स्पष्ट हो जाता है।



चित्र ३६३—सवाहन की धाराओं से आल्प्स हिमालय तथा प्रशान्त के तटीय पर्वत बनना

सवाहन के प्रवाह का वेग सदैव एक सा नहीं रहता। उसमें वृद्धि और पतन हुआ करता है। जब किसी प्रवाह-व्यवस्था का पतन हो जाता है तब नवीन प्रवाह-व्यवस्था नवीन भाग में स्थापित होती है।

आगे अंकित तालिका में सवाहन-चक्र (Convection cycle) और पर्वतीकरण-चक्र (Orogenic cycle) की विभिन्न अवस्थाओं का पारस्परिक सम्बन्ध प्रदर्शित किया गया है —

सवाहन चक्र

प्रथम अवस्था—सवाहन की धाराओं में धीरे-धीरे वेग-वृद्धि का दीर्घ-युग।

द्वितीय अवस्था—अपेक्षाकृत वेगवान धाराओं का लघु-युग।

तृतीय अवस्था—चक्रान्त के लिये उत्तर-दायी क्रमशः क्षीण होने वाली धाराओं का युग।

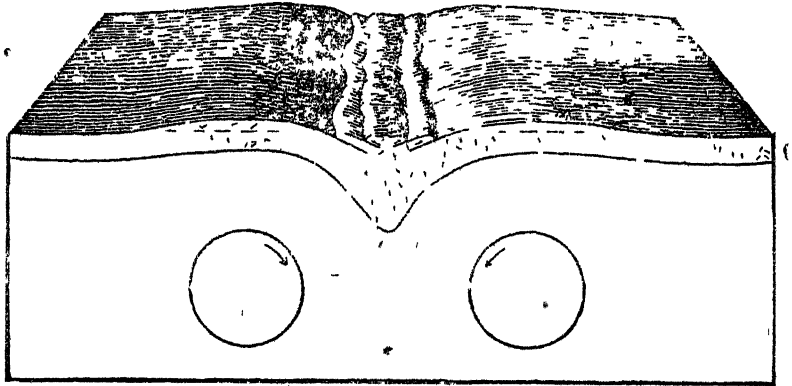
पर्वतीकरण चक्र

नीचे की ओर प्रवाहित होनेवाली धाराओं के ठीक ऊपर भूद्रोणी के घँसने का लम्बा काल।

पर्वतमूलों के बनने और क्षैतिज दबाव से स्वयं पर्वतों के बनाने का लघु काल।

क्रमिक ऊर्ध्वगति का काल।

ग्रिग्स (Griggs) ने प्रयोगों द्वारा इस सिद्धान्त की पुष्टि की है। उन्होंने पृथ्वी की एक छोटी प्रतिकृति (Model) तयार की। इसकी रचना उन्होंने ऐसे पदार्थों से की जो पृथ्वी से मिलते जुलते थे। सवाहन की धाराओं के स्थापन के लिये इन्होंने दो घूमनेवाले अथवा परिभ्रामी ढोलों (Rotating Drums) की व्यवस्था की। जब इन ढोलों को चित्र ३६४ में अंकित तीरों की दिशा में घुमाया जाता है



चित्र ३६४—होम्स के सिद्धान्त की प्रायोगिक पुष्टि

तब उनके ऊपर की पर्पटी बीच में नीचे घँसती है। जैसे-जैसे परिभ्रमण का वेग घटाया जाता है, वैसे वैसे नीचे घँसी हुई पर्पटी पुनः ऊपर उठती है। पर्वतीकरण की क्रिया इसी प्रकार होती है।

छप्पनवाँ परिच्छेद

पूर्वकालीन हिमयुगों के कारण

(CAUSES OF THE PAST ICE AGES)

भूमिका

पृथ्वी के इतिहास में अनेक बार हिमयुग हुए हैं। हिमयुग से तात्पर्य है— तापमान के घट जाने से किसी भूखण्ड का हिम से ढक जाना। भूगर्भ-शास्त्र के प्रमाण यह सिद्ध करते हैं, कि एलगोनिकियन युग में उत्तरी अमरीका, निम्न कैम्ब्रियन युग में नौरवे, चीन और सम्भवत आस्ट्रेलिया एव द० अफ्रीका भी, डिवोनियन युग में द० अफ्रीका, परमियन युग में द० अमेरिका, द० अफ्रीका, भारतवर्ष, आस्ट्रेलिया और सम्भवत योरप तथा उ० अमरीका भी तथा प्लीस्टोसीन युग में अनेक बार ससार के विभिन्न भागों में हिमयुग हुए हैं। इन पूर्वकालीन हिमयुगों के स्पष्टीकरण के लिये अनेक सिद्धान्त और बाद प्रस्तुत किए गए हैं। उन सबका विस्तृत विवेचन यहाँ पर सम्भव नहीं है। केवल कुछ प्रमुख सिद्धान्तों की रूप-रेखाये नीचे दी जा रही हैं।

१ सौर विकिरण की विभिन्नता

सिद्धान्त—सूर्य-कलक के चक्रों (Cycles of sun-spots) के अध्ययन से यह विदित हुआ है कि सौर-विकिरण की मात्रा सदैव एक सी नहीं रहती। इससे विद्वानों ने यह निष्कर्ष निकाला है, कि सम्भव है, दीर्घ कालान्तर में सौर-विकिरण की मात्रा में बड़े अन्तर हो जाते हों। इस सिद्धान्त के अनुसार, जब सौर-विकिरण अत्यन्त क्षीण हो जाता है, तभी पृथ्वी पर हिमयुग होते हैं।

समीक्षा—इस सिद्धान्त के विषय में सबसे बड़ी कठिनाई यह है कि हमारे पास वे साधन ही नहीं हैं, जिनसे इसकी सफलता अथवा असफलता कुछ भी प्रमाणित की जा सके। अतएव यदि यह सिद्धान्त सही भी हो, तो भी इस समय यह एक मधुर कल्पना ही है।

२ सूर्य का शीतल क्षेत्र में प्रवेश

सिद्धान्त—हिमयुगों के सम्बन्ध में ज्योतिष की यह दूसरी अवधारणा है। इसके अनुसार कभी कभी सूर्य ऐसे ग्रहों के क्षेत्र में प्रवेश करता है, जहाँ उच्च पर्याप्त ताप नहीं मिलता।

समीक्षा—ज्योतिष का आधुनिक अध्ययन इस अवधारणा को सही नहीं मानता।

३ कैप्लर का नियम

सिद्धान्त—पृथ्वी की धुरी की उत्केन्द्रता (Eccentricity)^१ स्थिर नहीं है। उसमें अन्तर होते रहते हैं। इस सिद्धान्त के अनुसार ये परिवर्तन पूर्वकाल में तापमान के क्षीण होने में सहायक हुए हैं।

समीक्षा—वास्तव में पृथ्वी की धुरी की उत्केन्द्रता के परिवर्तन आवर्तीय

1 Eccentricity is the distance of the centre of a planet's orbit from the centre of the sun

(Periodical) हैं, अतएव यदि यह सिद्धान्त सही होता तो पृथ्वी में अब तक आवर्तीय रीति से सैकड़ों हिमयुग हुए होते, जिनका कोई प्रमाण नहीं है।

४. महाद्वीपीय प्रवाह

सिद्धान्त—इस सिद्धान्त के अनुसार वे सभी प्रदेश जो समकालीन हिम-नदियों से प्रभावित हुए हैं, पूर्वकाल में एक दूसरे से जुड़े हुए थे। उदाहरण के लिये अफ्रीका, प्रायद्वीपीय भारत तथा आस्ट्रेलिया में परमो-कारबोनिफेरस युग (Permo-Carboniferous-Period) की हिमनदियों के चिन्ह मिले हैं। इस सिद्धान्त के अनुसार इस युग में ये सभी महाद्वीप एक दूसरे से जुड़े हुए थे (चित्र) और गौण्डवानालैण्ड नामक महान् स्थलखण्ड का निर्माण करते थे। कालान्तर में वे एक दूसरे से पृथक हो गए।

समीक्षा—(१) महाद्वीपों के प्रवाह के लिये, जो बल आवश्यक हैं, उनका स्पष्टीकरण अभी तक नहीं हो सका है।

(२) यह सिद्धान्त सागर-नितल के स्थायित्व (Permanency of ocean basins) की अवधारणा के प्रतिकूल है।

(३) इस सिद्धान्त से कुछ हिमयुगों का स्पष्टीकरण तो अवश्य हो जाता है, पर सबका नहीं।

५ घनवातिकीय (Meteorological) सिद्धान्त

सिद्धान्त—इस सिद्धान्त के अनुसार घनवातिकीय दशाओं में अन्तर होने से हिमयुग होते हैं।

समीक्षा—इस विज्ञान में अभी तक इतना अनुसन्धान नहीं हो सका है, जिससे पूर्वकालीन हिमयुगों का सन्तोषप्रद स्पष्टीकरण हो सके।

६ ध्रुवों की विचलन

सिद्धान्त—बहुत से विद्वानों की यह धारणा है कि उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों की स्थिति में परिवर्तन होने से हिमयुग हुए हैं।

समीक्षा—(१) ध्रुवों के विचलन के लिये आवश्यक बल कहाँ से आये?

(२) पृथ्वी इस्पात के समान कठोर है। पूर्वकाल में ध्रुवों की स्थिति में यदि कोई महान् अन्तर हुआ होता, तो उसका पृथ्वी की संरचना पर कोई न कोई प्रभाव अवश्य पड़ता, किन्तु इसके कोई प्रमाण नहीं मिलते।

(३) ज्योतिष-वेत्ताओं के अनुसार ध्रुव अपनी केन्द्रीय स्थिति से किसी भी दिशा में अधिक से अधिक २१ मिनट अर्थात् लगभग २३ मील ही विचलित हो सकते हैं, अधिक नहीं।

७ ज्वालामुखीय धूलि का सिद्धान्त

सिद्धान्त—ज्वालामुखियों के उद्गार से लावा आदि पदार्थों के अतिरिक्त धूलि भी प्रचुर परिमाण में निकलती है। यह धूलि भूपृष्ठ पर आवरण के रूप में छा जाती है और सूर्य की किरणों के मार्ग में बाधक होती है। यह उनके ताप का शोषण कर लेती है, जिससे भूपृष्ठ का तापमान घट जाता है। इस सम्बन्ध में ऐसे अनेक प्रमाण मिलते हैं, जिनसे विदित होता है कि परमियन और प्लीस्टोसीन काल के हिमयुगों के पहले ज्वालामुखियों के उद्गार असाधारण रूप से हुए हैं।

समीक्षा—(१) जब हम प्लीस्टोसीन युग की आग्नेय क्रिया (Igneous Activity) और उस युग की हिमनदियों की अग्र और पश्च गतियों में पारस्परिक सम्बन्ध स्थापित करने का प्रयास करते हैं, तो हमें सफलता नहीं मिलती।

(२) इसके अतिरिक्त परिमाणात्मक आपत्तियाँ भी हैं। अन्य शब्दों में ज्वालामुखीय धूल तापमान के घटाने में आशिक रूप से सहायक भले ही हो, किन्तु केवल उसके कारण हिमयुग होना सम्भव नहीं है।

८ पृथ्वी का कार्बन डाइ ऑक्साइड से ढक जाना

सिद्धान्त—वायुमण्डल में कार्बन-डाइ-ऑक्साइड विद्यमान है। यह पृथ्वी के आन्तरिक ताप के विकिरण को रोकती है। चैम्बरलिन ने यह प्रदर्शित किया है कि यदि वायुमण्डल में कार्बन-डाइ-ऑक्साइड की मात्रा बढ़ जावे तो पृथ्वी का तापक्रम भी बढ़ जाता है। इसके विपरीत यदि इसकी मात्रा घट जावे, तो तापक्रम भी घट जाता है। ऋतुक्षरण (Weathering) की प्रक्रिया में कार्बन-डाइ-ऑक्साइड उपभुक्त होता है। स्थलखण्डों के अचानक ऊपर उठ जाने से ऋतुक्षरण बढ़ जाता है। इस प्रकार कार्बन-डाइ-ऑक्साइड के घट जाने से शीतल जलवायु का आविर्भाव होता है और कभी कभी विशेष दशाओं में हिमयुग भी हो जाते हैं। ऋतुक्षरण की प्रक्रिया से वायुमण्डल के बाष्प की मात्रा भी घट जाती है, जिससे पृथ्वी का तापमान और भी कम हो जाता है। कालान्तर में जब वायुमण्डल को कार्बन-डाइ-ऑक्साइड पुन प्राप्त होता है, तब हिमयुग समाप्त हो जाता है। कार्बन-डाइ-ऑक्साइड अनेक स्रोतों से मिलती है, जैसे (१) प्रत्यक्ष रूप से—महासागरो द्वारा (बहुत से सागरीय जीवों के शरीर से चूना निकलता है। इस चूने से कार्बन-डाइ-ऑक्साइड बनती है)। (२) परोक्ष रूप से हिमावरण द्वारा जो शिलाओं का ऋतुक्षरण रोकता है।

समीक्षा—इस सिद्धान्त के प्रणेतार हम्फ्रे ने स्वयं स्वीकार किया है कि कार्बन-डाइ-ऑक्साइड की वर्तमान राशि में १०० प्रतिशत वृद्धि अथवा ५० प्रतिशत न्यूनता पृथ्वी के तापमान पर कोई भी महत्वपूर्ण प्रभाव न डाल सकेगी। फिर भी संभव है कि यदि इसकी मात्रा में बहुत अधिक कमी हो जाय, तो हिमयुग का आविर्भाव हो सके।

९ अन्य भौगोलिक एवं भौमिकीय सिद्धान्त

सिद्धान्त—इन सिद्धान्तों के अनुसार पूर्वकालीन हिमयुग निम्नलिखित कारणों से हुए हैं —

- (१) जल तथा स्थलखण्डों के वितरण और विन्यास में परिवर्तन।
- (२) स्थलखण्डों की ऊँचाई में परिवर्तन।
- (३) हवाओं और जलधाराओं की दिशाओं में परिवर्तन।

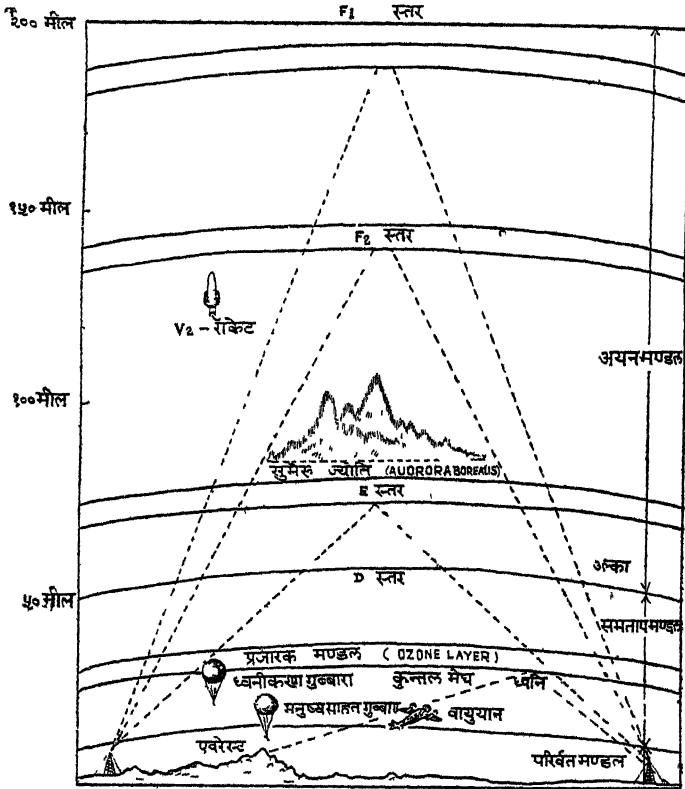
समीक्षा—(१) यह सत्य है कि प्रोटरोजोयक, परमियन तथा प्लीस्टोसीन हिमयुगों के पहले स्थलखण्डों में ऊपर उठने और नीचे धँसने की गतियाँ बहुत हुई हैं, किन्तु इनमें और हिमयुगों में पारस्परिक सम्बन्ध स्थापित करने में सफलता नहीं मिलती।

(२) प्लीस्टोसीन हिमयुग तो हाल ही की बात है। तब से लेकर आज तक हवाओं और जलधाराओं की दिशा में तथा स्थलखण्डों के वितरण और विन्यास में ऐसे कौन से महान् परिवर्तन हुए हैं ?

अतएव यह सिद्धान्त आशिक रूप से भले ही हिमयुगों का कारण हो, किन्तु केवल इसी से हिमयुग सम्भव नहीं है।

१० आधुनिक धारणायें

सिद्धान्त—हिमयुगो के विषय में आधुनिक धारणायें रूसी वैज्ञानिकों की हैं। इन्होंने यह ज्ञात किया है कि पिछले सौ वर्षों में हिम ध्रुवों की ओर और खिसक गई है। इनका कथन है कि समस्त पृथ्वी का औसत तापक्रम पिछले तीस वर्षों में बढ़ा है। रूसी वैज्ञानिकों ने यह भी ज्ञात किया है कि वायुमण्डल में ३० किलोमीटर की ऊँचाई के बाद ओजोन (Ozone) का एक पृथक् स्तर है (चित्र ३६५)। प्रयोगों द्वारा यह



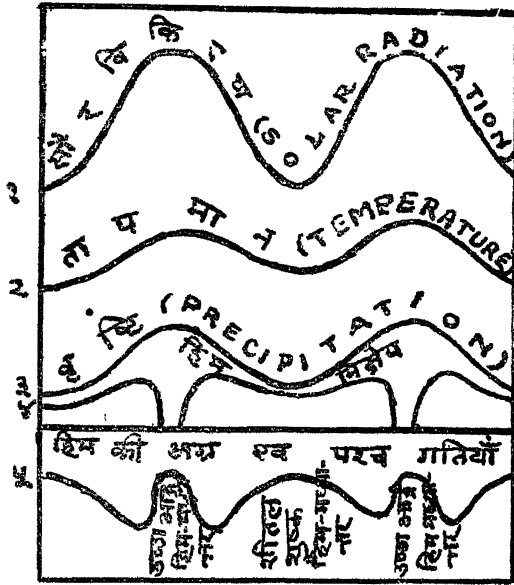
चित्र ३६५—नवीन अवधारणा के अनुसार वायुमण्डल के स्तर ज्ञात हुआ है कि ओजोन का स्तर सामान्यतः सौर-विकिरण का षॉचवाँ भाग शोषण कर लेता है। वायुमण्डल के ओजोन की मात्रा स्थिर नहीं है। वह घटती बढ़ती रहती है। तदनुसार पृथ्वी का तापमान भी बढ़ता घटता रहता है। जब इस प्रकार पृथ्वी का तापक्रम अत्यन्त क्षीण हो जाता है, तभी हिमयुगो का प्रादुर्भाव होता है।

समीक्षा—कार्बन-डाइ-ऑक्साइड के सिद्धान्त के समान सम्भव है यह सिद्धान्त भी आशिक रूप से तापमान नीचा करने में सहायक होता हो किन्तु केवल ओजोन की न्यूनता से हिमयुग होना सम्भव नहीं प्रतीत होता।

निष्कर्ष

उपर्युक्त सभी सिद्धान्तों पर विचार करने के उपरान्त भी हम हिमयुगो के

सम्बन्ध में कोई निश्चित मत स्थिर करने में अपने को असमर्थ पाते हैं। कोई भी एक सिद्धान्त सभी हिमयुगों का सन्तोषप्रद स्पष्टीकरण करने में असमर्थ है—उदाहरण के लिये सौर-विकिरण के विभेदन वाले सिद्धान्त से जहाँ प्लीस्टोसीन युग की हिम



(सिम्पसन के अनुसार)

चित्र ३६६—प्लीस्टोसीन हिमनदियों की अग्र और पश्च गतियों का सौरविकिरण के विभेदन से सम्बन्ध

उपर्युक्त चित्र में—

- वक्र १—सौर-विकिरण के दो पूर्ण चक्र प्रदर्शित करता है।
 वक्र २—इन चक्रों के समय सप्ताह का औसत तापक्रम प्रदर्शित करता है।
 वक्र ३—वृष्टि का वक्र है। यह सौर-विकिरण के वक्र के अनुरूप है।
 वक्र ४—उच्च-अक्षांशों में हिम-निक्षेप का द्योतक है।
 वक्र ५—आल्प्स के चार हिमानी और तीन अन्तर्हिमानी काल प्रदर्शित करता है।

नदियों की अग्र और पश्च गतियों तक स्पष्ट हो जाती है (चित्र ३६६) वहाँ यही सिद्धान्त परमियन और प्लीस्टोसीन हिमयुगों के मध्य का दीर्घ कालान्तर समझाने में असमर्थ है। सम्भव है, उपर्युक्त सिद्धान्तों में निहित बहुत-सी दशाएँ मिलकर हिमयुगों का कारण हो। ज्योतिष और घनवातिकी (Meteorology) के वर्तमान अध्ययन द्वारा हम किसी भी निश्चित निष्कर्ष पर पहुँचने में असमर्थ हैं। जब तक ये दोनों विज्ञान इस द्विषय में पर्याप्त उन्नतिशील नहीं हो जाते, तब तक हिमयुग के सम्बन्ध में निश्चित परिणाम पर पहुँचना असम्भव नहीं तो महाकठिन अवश्य है।

सत्तावनवाँ परिच्छेद अटोलों की संरचना

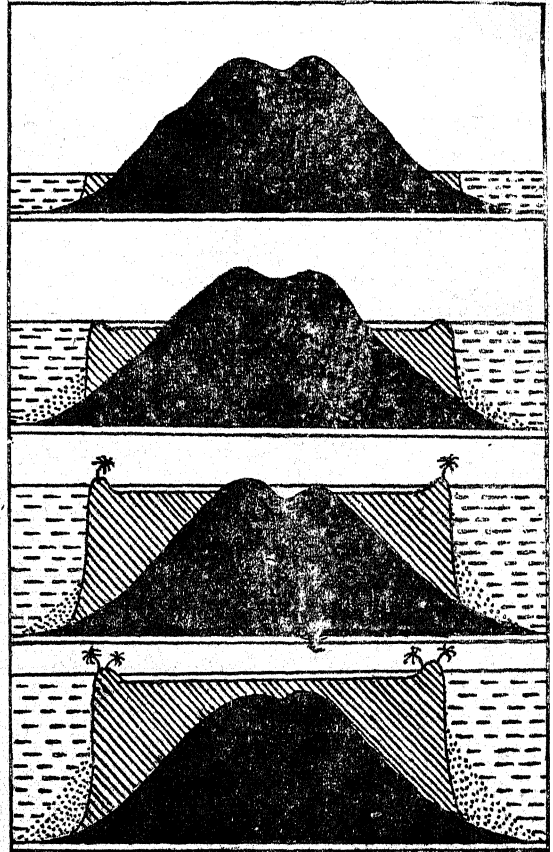
(STRUCTURE OF ATOLLS)

अटोल (Atolls) किस प्रकार बने?—यह प्रश्न बड़े महत्त्व का है। इस सम्बन्ध में विद्वानों ने अनेक मत प्रकट किये हैं। इनमें से तीन प्रमुख विचारधारायें नीचे दी जा रही हैं:—

१ डारविन (Darwin) का सिद्धान्त

इस सिद्धान्त के अनुसार, सबसे पहले मूंगे का कीड़ा अथवा प्रवाली पुर्वगक (Coral Polyp) किसी द्वीप के चारों ओर अनुतट-प्रवाली (Fringing reef)

बनाना आरम्भ करता है। सागर पृष्ठ से तीस या चालीस फुट नीचे यह क्रिया आरम्भ होती। जब तक स्थल और जल के आपेक्षिक समतलों में अन्तर नहीं होता, अनुतट-प्रवाली विकसित होती रहती है। किन्तु यदि किन्हीं कारणों से द्वीप नीचे धँसता है, तो प्रवाली भी जल में उतने नीचे और डूब जाती है। इसके बाद प्रवाली गिर ऊपर की ओर विकसित होने लगती है। प्रवाली का विकास बाहर की ओर सबसे अधिक होता है क्योंकि वहाँ उसे भोजन की सबसे अधिक सुविधा होती है। भोजन से कैल्शियम कार्बोनेट (Calcium Carbonate) का तात्पर्य है। प्रवाल का



चित्र ३६७—डारविन के अनुसार अटोल की रचना

जीवन इसी पर निर्भर है। प्रवाल इसे सागर जल से खींचता है। बाहर की ओर प्रवाली का विकास अधिक होने का एक कारण यह भी है कि वहाँ पर उसे अवसादों (Sediments) से ढक जाने का डर नहीं रहता। अतएव, जब द्वीप नीचे धँसता है, तो प्रवाली का बाहरी भाग ऊपर उठा रहता है और मध्य का शेष भाग डूब कर उपहृद (Lagoon) में परिणत हो जाता है। नीचे धँसने की क्रिया की वृद्धि के साथ ही साथ उपहृद की गहराई और विस्तार भी बढ़ते जाते हैं। कालान्तर में समस्त द्वीप जलमग्न हो जाता है और यदि प्रवाली द्वीप के चारों ओर हुई तो अन्त में उसका वलय (Ring) शेष रह जाता है जिसके मध्य में जलमय उपहृद रहता है। इस प्रकार अटोल (Atoll) अस्तित्व में आ जाता है।

सिद्धान्त के पक्ष में प्रमाण—इस सिद्धान्त के अनुसार अटोल केवल उन क्षेत्रों में पाये जाना चाहिये, जहाँ सागर-नितल की अधोगति हुई हो। ऐसे अनेक सबल प्रमाण मिलते हैं, जिनसे इस कथन की पुष्टि होती है। उदाहरण के लिये वृहद्-परातट-प्रवाली (Great Barrier Reef) के अन्तर्गत क्वींसलैण्ड के तट पर ऐसे अनेक समुद्रान्तर घाटियाँ फँई जाती हैं, जो स्वयं निमज्जन (Subsidence) की द्योतक हैं। बहुत सी वलयाकार प्रवाली-रचनाओं के बीच में स्थित द्वीपों के किनारे भी इसी प्रकार कटे हुए हैं और थोड़ी ही अधोगति उन्हें अटोल में परिणत करने में समर्थ होगी।

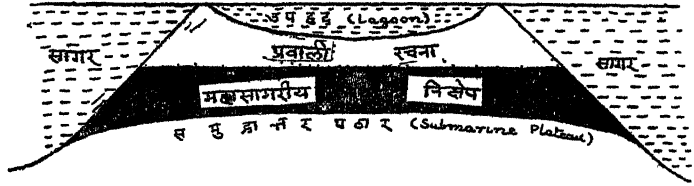
विवक्ष में प्रमाण—प्रशान्त महासागर में बहुत से अटोल ऐसे क्षेत्रों में पाये जाते हैं, जहाँ न केवल निमज्जन के कोई चिह्न नहीं है, प्रत्युत उन्मज्जन (Elevation) के निश्चित प्रमाण विद्यमान हैं। पैल्यू आदि द्वीप समूह में स्थल का उन्मज्जन निश्चित रूप से हुआ है। अनेक प्रमाणों से इसकी पुष्टि हाती है। सोलोमन द्वीप के अटोल ऐसी लाल रंग की चिकनी मिट्टी पर स्थित है, जो केवल अथाह महासागर में पायी जाती है। उन्मज्जन का इससे अधिक ज्वलन्त और यथार्थ प्रमाण अन्य क्या हो सकता है? केवल निक्षेप से इतनी अधिक मात्रा में उन्मज्जन कदापि संभव नहीं है।

२ मरे (Murray) का सिद्धान्त

इस सिद्धान्त के अनुसार अटोल का विकास ऐसे समुद्रान्तर पठारों (Submarine Plateaus) पर होता है, जिनका ऊपरी धरातल सागर-पृष्ठ से १२० फुट से कम गहराई पर होता है। प्रवाली रचना का आन्तरिक भाग अपेक्षाकृत नीचे रहता है और बाहरी भाग पूर्वलिखित कारणों से अत्यन्त वेग से विकसित होता है और कालान्तर में सागर-समतल से भी ऊँचा उठ जाता है। इस प्रकार प्रवाली-रचना एक ऐसे घेरे का रूप धारण कर लेती है जिसके बीच में उपहृद (Lagoon) रहता है। ऐसी अवस्था में जीवित प्रवाल सागर की ओर रहते हैं और आन्तरिक भाग में मृतक प्रवाल का बाहुल्य होता है। कारण स्पष्ट है। मृत प्रवाली के घुलने से उपहृद और भी अधिक गहरा और विस्तृत होता जाता है। दूसरी ओर प्रवाली का

१—मूगे का कीड़ा प्रवाली शृंखला का निर्माण १२० फुट से अधिक गहराई में नहीं करता, क्योंकि इससे नीचे की परिस्थितियाँ प्रवाली के विकास के लिये अनुकूल नहीं हैं।

बाहरी भाग ऊपर की ओर विकसित होता रहता है। इस प्रकार प्रवाली का बलय क्रमज्ञा आकार में बढ़ता जाता है। अतएव अटोल की आयु-निर्धारण में आकार का भी महत्त्व है।



चित्र ३६८—मरे के अनुसार अटोल की रचना

पक्ष में प्रमाण—(१) बहुत से उथले सागरो में समुद्रान्तर पठारों पर अटोल पाये गये हैं।

(२) यह तो डारविन तक ने स्वीकार किया है कि उथले सागर में प्रवाली रचनाओं का स्वाभाविक वाह्य-विकास, उन्हें अटोल का रूप देने में समर्थ होगा। डारविन के अनुसार पश्चिमी हिन्द-महासागर के अटोल धाराओं द्वारा एकत्र किये गये अवसाद (Sediments) के तटों पर, इसी प्रकार बने हैं।

(३) अनेक अटोलों के परीक्षण से ज्ञात होता है, कि उनके प्रवाली-निक्षेप २०० फुट से अधिक गहरे नहीं हैं। सोलोमन द्वीप समूह का सैण्ट अन्ना तथा जावा के दक्षिण में स्थित क्रिश्चियन द्वीप इसके उदाहरण हैं।

(४) यह उल्लेख तो पहले ही हो चुका है कि पैल्यू, सोलोमन आदि द्वीप समूहों में उन्मज्जन के निश्चित प्रमाण मिले हैं।

द्विपक्ष में प्रमाण—(१) मरे के अनुसार अटोलों का केवल ऊपरी २०० फुट के लगभग भाग प्रवाल से बना होगा, शेष नहीं। परीक्षा से ज्ञात होता है कि अनेक दशाओं में यह सत्य नहीं है।

(२) अधिकतर अटोलों के बाहरी तट बड़े प्रपाती (Steep) होते हैं। मरे की उपकल्पना इनका स्पष्टीकरण नहीं करती।

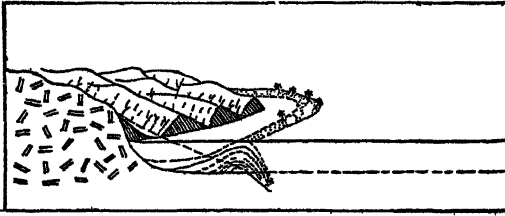
(३) इस सिद्धान्त के अनुसार प्रवाली श्रृंखला का विकास ऐसे समुद्रान्तर पठारों पर हुआ जिनका ऊपरी धरातल या तो अपक्षरण (Erosion) द्वारा नीचा होकर अथवा निक्षेपण (Deposition) द्वारा ऊपर उठकर सागर-समतल से लगभग ३० फुट गहरा हो गया। अतएव अटोलों की गहराई ३० फुट ही होना चाहिये, किन्तु प्रायः वह ४० फुट से भी अधिक होती है।

३ डैली का हिमनियंत्रण का सिद्धान्त

(Daly's Theory of Glacial Control)

सन् १९०९ ई० में हवाई द्वीपों की प्रवाली-रचनाओं का निरीक्षण करते समय डैली का ध्यान उनकी सक्रमता की ओर आकर्षित हुआ। इसके अतिरिक्त मीना-की (Mauna Kea) में उसने अभिनवकालीन हिमनदियों के चिह्न भी देखे। इससे

उसने अनुमान किया कि प्रवाली-विकास और तापक्रम में सम्बन्ध अवश्य है। आजकल जाड़े के दिनों में इन सागरों का तापमान प्रवाली-विकास के लिये आवश्यक तापमान से थोड़ा ही अधिक रहता है। इससे उसने यह अनुमान किया कि हिमयुग में यहाँ का तापमान प्रवाली विकास के लिए आवश्यक तापमान की अपेक्षा बहुत कम होगा, अतएव उस काल में इनका विकास न हो सका होगा। इस प्रकार वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि हवाई-द्वीपों की प्रवाली-रचनायें हिमयुग के बाद की रचनायें हैं। अब तो सभी लोग यह मानते हैं कि प्रातिनूतन हिमयुग (Pleistocene Ice Age) में सागर-समतल में उच्चावचन (Fluctuations) हुए हैं—अर्थात् कभी वह ऊपर उठा है तो कभी नीचे चला गया है। सागर समतल के नीचे जाने से उसका तापमान भी घट गया होगा, जिसका प्रभाव ससार भर पर पड़ा होगा। डैली के अनुसार प्रातिनूतन हिमयुग में सागर समतल लगभग २०० फुट नीचे चला गया था। जब सागर पृष्ठ अधिक से अधिक नीचा होगा, उस समय समुद्र की तरंगों ने हिमयुग से पहले की ऊपर निकली हुई प्रवाली रचनाओं का अपक्षरण किया होगा, जिससे वे समुद्रान्तर फलकियों (Submarine Benches) में परिणत हो गई होंगी। इसके बाद जब तापक्रम बढ़ा होगा और हिम-टोपियाँ (Ice-caps) पिघली होंगी और उनका पानी समुद्र में प्रवाहित हुआ होगा, तब सागर-समतल फिर ऊपर उठा होगा और



चित्र ३६९—डैली के अनुसार अटोल की रचना

पानी का तापमान भी बढ़ गया होगा। अत्यन्त तीव्र हिमयुग में भी जो प्रवाल जीवित रह जाते हैं, वे निम्नसमतल के अपघर्षण (Low Level Abrasion) से बनी समुद्रांतर फलकियों पर नवीन रचनाओं की सृष्टि करते हैं। पूर्वलिखित कारणों से प्रवाली बाहर की ओर अधिक विकसित होती है और कालान्तर में अटोल की आकृति ग्रहण कर लेती है।

अनुकूल प्रमाण — (१) अटोल के ऊपरी धरातल का चपटापन इस सिद्धान्त के अनुकूल है। इस सिद्धान्त में निम्न समतल के अपघर्षण (Low Level Abrasion) की जो कल्पना की गई है, उसके फलस्वरूप चपटा धरातल ही अस्तित्व में आयेगा।

(२) हिमयुग में महाद्वीपीय हिमखण्डों के विकसित होने और पिघलने से महासागर के जलपृष्ठ का ऊपर उठना और नीचे चला जाना सर्वमान्य तथ्य है।

प्रतिकूल प्रमाण — (१) अटोल के उपहृदों की गहराई के अध्ययन से यह ज्ञात होता है कि वे प्रातिनूतन युग में सभ्य अधिक से अधिक गहराई से भी अधिक गहरे हैं।

(२) अपक्षरण द्वारा अधिकांश जलमग्न तटों का इतना अधिक नीचा होना शक्य नहीं प्रतीत होता, जितना कि अपेक्षाकृत कम विस्तार वाले तट हुए हैं।

(३) इस सिद्धान्त के अनुसार उच्छृंगो (Cliffs) की सृष्टि अत्यन्त अनिवार्य है। यदि यह भी मान लिया जाय कि कुछ उच्छृंग सागर-समतल के ऊपर उठने से डूब गये होंगे, तो भी कुछ तो शेष बचना चाहिये। सत्य तो यह है कि प्रवाली सागरों में उच्छृंग पूर्णतः अनुपस्थित हैं।

निष्कर्ष

उपलब्ध प्रमाणों की विरोधी प्रवृत्ति के कारण निश्चित निष्कर्ष पर पहुँचना कठिन है। इतना तो निर्विवाद कहा जा सकता है कि अटोल अनेक प्रकार से अस्तित्व में आये—कुछ निमज्जन के क्षेत्रों में विकसित हुए और कुछ ऐसे भागों में जहाँ निमज्जन नहीं हुआ।

इस समस्या के हल के लिये दक्षिणी प्रशान्त में फ्यूनाफूटी नामक टापू के एक अटोल के वलय में लगभग १११४ फुट गहरा सछिद्रण (Bore) किया गया। सछिद्रण से निकले पदार्थों के परीक्षण से यह विदित हुआ कि उसका प्रायः समस्त भाग प्रवाल द्वारा रचित है। स्पष्ट है कि यह प्रयोग डारविन की उपकल्पना के अनुकूल है। किन्तु यह तो केवल परोक्ष (Indirect) प्रमाण हुआ। इसे हम निश्चयात्मक प्रमाण तो नहीं कह सकते।

दूसरी ओर इस बात के भी निश्चित प्रमाण मिलते हैं कि अटोल ऐसे क्षेत्रों में भी पाये जाते हैं, जहाँ सागर-नितल का निमज्जन नहीं हुआ है। यही नहीं ऐसे क्षेत्रों में भी अटोल पाये गये हैं, जहाँ नितल में निश्चित उन्मज्जन हुआ है।

कोई भी एक सिद्धान्त सभी अटोलों के लिये घटित नहीं होता। कुछ विशेष अटोलों में सछिद्रण अपेक्षित है। कुछ अटोलों का विस्तृत अध्ययन भी आवश्यक है। अनुसन्धान के लिये इस दिशा में काफी क्षेत्र पड़ा है, फिर भी इतना सकेत कर देना उचित होगा कि अभी तक डारविन को ही सबसे अधिक समर्थन प्राप्त है।

डैविस अपने 'प्रवाली शृंखला की समस्या' नामक ग्रन्थ में इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं—

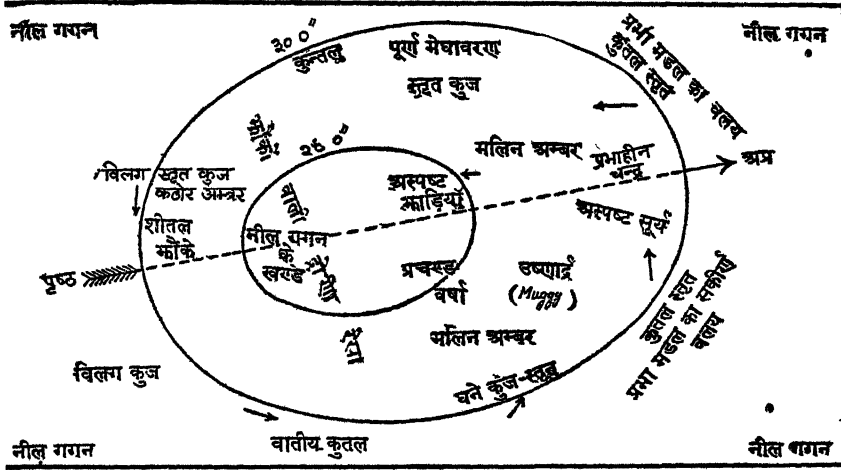
'डारविन का निमज्जन का सिद्धान्त तथा डैली का हिम-नियन्त्रण का सिद्धान्त—दोनों मिलकर प्रायः सभी प्रकार के प्रवाली-शृंखलाओं के स्पष्टीकरण के लिये सबसे अधिक समर्थ हैं।'१

1 'The subsidence theory supplemented by the changes in sea level and the sea temperatures in the glacial period, best fits the known facts regarding all types of reefs' Davis (The coral reef Problem)

अट्टावनवाँ परिच्छेद चक्रवातों की उत्पत्ति

(ORIGIN OF CYCLONES)

भूमिका—चक्रवात (Cyclone) समभार रेखाओं (Isobars) की एक विशेष व्यवस्था है, जिसमें समभार रेखाएँ प्रायः वृत्ताकार (Circular) अथवा दीर्घ-वृत्ताकार (Elliptical) होती हैं, इसके मध्य में वायु का दबाव सबसे कम होता है और वह चारों दिशाओं में क्रमशः बढ़ता जाता है। चक्रवात प्रायः कभी भी स्थिर नहीं रहते। सामान्यतः वे प्रचलित वायु की दिशा में गतिशील होते हैं। चित्र में उत्तरी गोलार्ध का एक चक्रवात प्रदर्शित किया गया है। उससे स्पष्ट



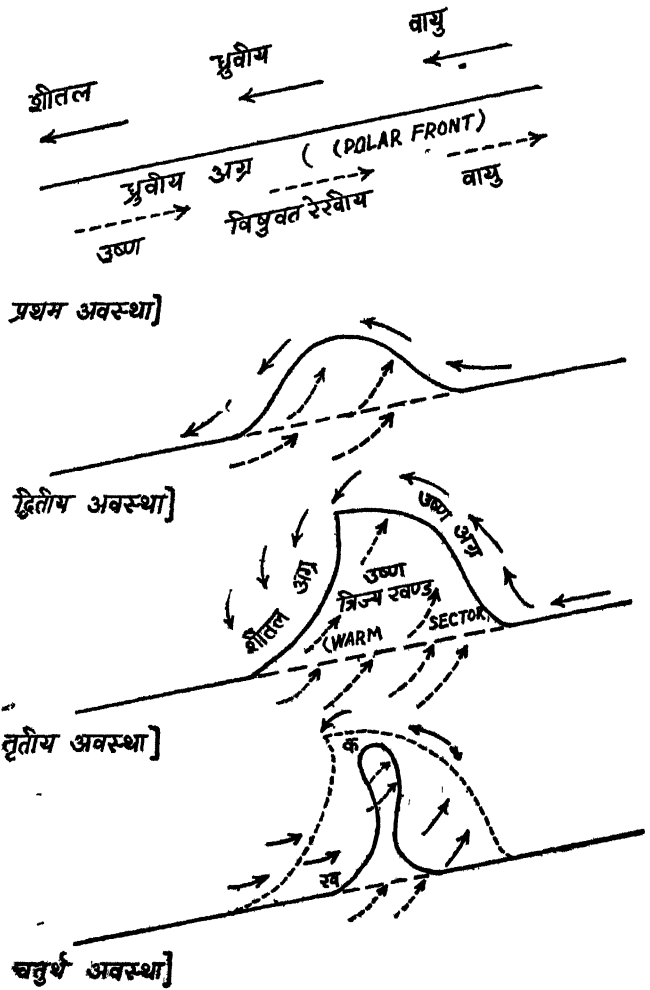
चित्र ३७०—उत्तरी गोलार्ध का एक चक्रवात

होगा कि न्यूनतम भार चक्रवात के बिल्कुल बीचो बीच नहीं होता है, वरन् कुछ पीछे हटा हुआ होता है। केन्द्र से गुजरने वाली और गति की दिशा के प्रति समकोण बनाने वाली रेखा को द्रोणी (Trough) कहते हैं। द्रोणी के आगे का भाग अग्र (Front) कहलाता है और पीछे का भाग पृष्ठ (Back) कहलाता है। वायु सदैव अधिक दबाव से कम दबाव की ओर प्रवाहित होती है। चक्रवात के मध्य में वायु का दबाव सबसे कम होता है, अतएव उसकी ओर चारों दिशाओं से वायु प्रवाहित होती है। फेरल के नियम के अनुसार ये हवाएँ उत्तरी गोलार्ध में अपनी दाहिनी ओर और दक्षिणी गोलार्ध में अपनी बायीं ओर मुड़ जाती हैं चित्र ३७० से स्पष्ट होगा कि उत्तरी गोलार्ध के चक्रवात

के अग्र (Front) में हवाये अधिकतर दक्षिण से प्रवाहित होती है और पृष्ठ (Back) में अधिकतर उत्तर से। वायु का तापमान भी दिशा के अनुसार ही होता है अर्थात् दक्षिण से आनेवाली वायु उष्ण होती है और उत्तर से आनेवाली वायु अपेक्षाकृत शीतल। अग्र की अपेक्षा पृष्ठ की हवाये अधिक शक्तिशाली होती है।

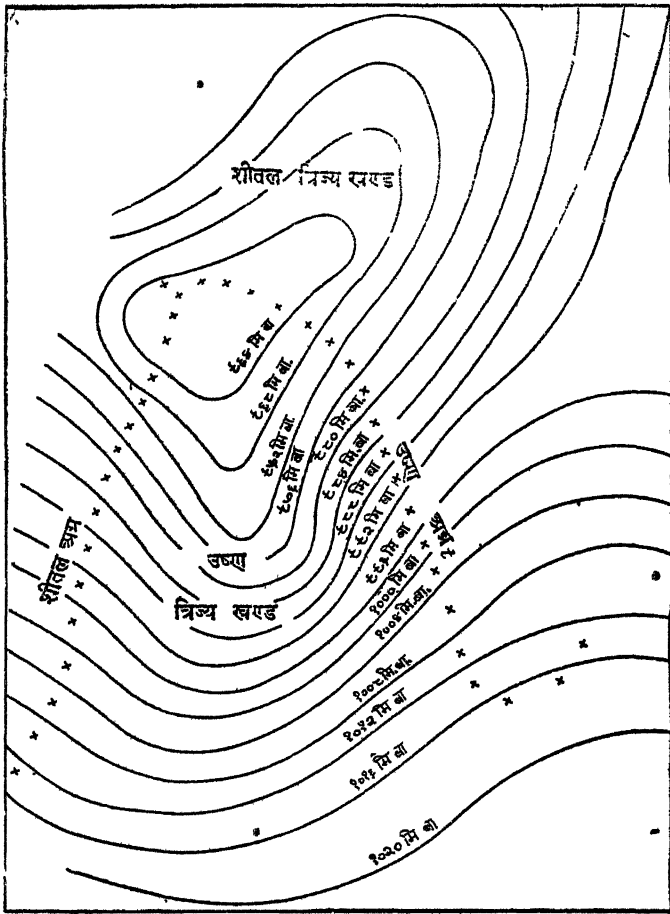
शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात (Temperate Cyclones)

इनकी उत्पत्ति के स्पष्टीकरण के लिये अनेक सिद्धान्त उपस्थित किये गये हैं। इनमें ध्रुवीय अग्र का सिद्धान्त (Polar Front Theory) सबसे अधिक महत्वपूर्ण है।



चित्र ३७१—चक्रवात के विकास की विभिन्न उत्तरोत्तर अवस्थाये

इस सिद्धान्त के अनुसार वायु की दो राशियाँ—एक उष्ण और दूसरी अपेक्षा-कृत शीतल सस्पर्श में आती है। इन राशियों को उद्गम के अनुसार क्रमशः विषुवत रेखीय और ध्रुवीय वायु कहते हैं यह तों स्पष्ट ही है कि विषुवत-रेखीय वायु उष्ण और आर्द्र होगी और ध्रुवीय वायु शीतल और शुष्क। वायु की ये दो भिन्न राशियाँ समानान्तर केन्तु विरुद्ध दिशाओं में प्रवाहित होती हैं। (चित्र) विषुवत-रेखीय वायु दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व की ओर चलती है और ध्रुवीय वायु उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम की ओर। इन दोनों हवाओं को पृथक् करनेवाली रेखा को ध्रुवीय अग्र (Polar Front) कहते हैं। इसी शब्द के आधार पर इस सिद्धान्त का नामकरण भी हुआ है। उष्ण और शीतल वायु के मिलने की दूसरी अवस्था भी चित्र में दर्शायी गई है।



चित्र ३७२—ध्रुवीय अग्र का सिद्धान्त (Polar Front Theory)

उस क्षेत्र को जहाँ पर उष्ण वायु शीतल वायु से टकराती है, उष्ण अग्र (Warm Front) कहते हैं। इसी प्रकार उस क्षेत्र को जहाँ शीतल वायु उष्ण वायु के नीचे प्रविष्ट हो कर टक (Wedge) बनाती है, शीतल अग्र (Cold Front) कहते हैं। जब उष्ण वायु पृथ्वी के धरातल पर ध्रुवीय अग्र से मिलती है तब वह शीतल वायु के ऊपर चढ़ जाती है। ऊपर जाने से वह ठण्डी होती है और उसकी भाप जल में परिणत होकर वर्षा का रूप ग्रहण कर लेती है। जब समस्त उष्ण वायु ऊपर उठ जाती है तब यह कहा जाता है कि चक्रवात अधिधारित (Occluded) हो गया। उस रेखा को जिसके अनुसार उष्ण वायु पृथ्वी का परित्याग करती है, अधिधारण की रेखा (Line of Occlusion) कहते हैं। उष्ण और शीतल हवाओं को पथक करने-वाला तल ध्रुवीय-अग्र (Polar Front) पर बिल्कुल उदग्र (Vertical) नहीं रहता। वह उत्तर की ओर झुका रहता है। अन्य शब्दों में ध्रुवीय अग्र के उत्तर में भी कुछ दूर तक उष्ण विषुवत-रेखीय वायु पायी जाती है। शीतल वायु के ऊपरी भाग में उष्ण वायु के प्रविष्ट हो जाने से एक उभार सा बन जाता है जैसा कि चित्र ३७१ (द्वितीय अवस्था) से स्पष्ट है। इस चित्र में ध्रुवीय अग्र (Polar Front) की पहले की स्थिति विन्दुओं से दिखलाई गई है और पहले के शीतल और उष्ण अग्र टूटो रेखाओं से दिखलाये गये हैं। उष्ण वायु शीतल वायु की अपेक्षा हल्क होती है अतएव वह उसके ऊपर चढ़ती जाती है विशेषकर उत्तर की ओर झुके हुए पार्श्वकृत (Surface of Separation) पर। उष्ण अग्र (Warm Front) पर उष्ण वायु शीतल वायु से टकराकर ऊपर उठती है। दूसरी ओर शीतल अग्र पर ध्रुवीय वायु (अपेक्षाकृत भारी होने के कारण) उष्ण-वायु के नीचे घँसकर टक (Wedge) बनाती है, जिससे वहाँ की उष्ण-वायु ऊपर जाने को विवश होती है। इस प्रकार उष्ण त्रिज्यखण्ड (Warm Sector) का आकार क्रमशः घटता रहता है और अन्त में एक ऐसी अवस्था आ जाती है जब समस्त उष्ण-वायु के ऊपर उठ जाने से वह बिल्कुल लुप्त हो जाता है (चित्र ३७१ चतुर्थ अवस्था) यह तो पहले ही कहा जा चुका है कि उस रेखा को जिसके अनुसार उष्ण-वायु पृथ्वी के धरातल का परित्याग करती है अधिधारण की रेखा (Line of Occlusion) कहते हैं। चित्र ३७१ (चतुर्थ अवस्था) में क ख ऐसी ही रेखा है।

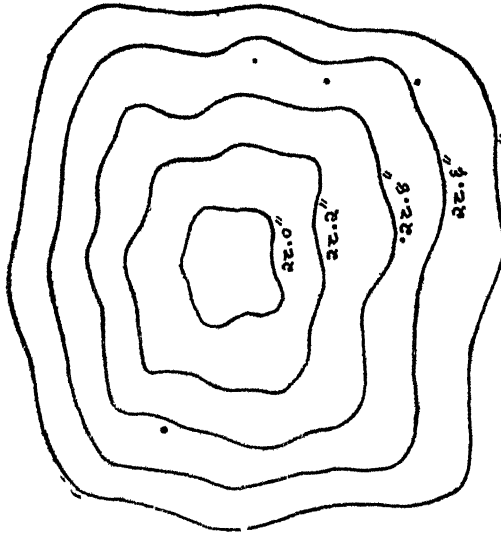
उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात (Tropical Cyclones)

(हरीकेन, टाइफून इत्यादि)

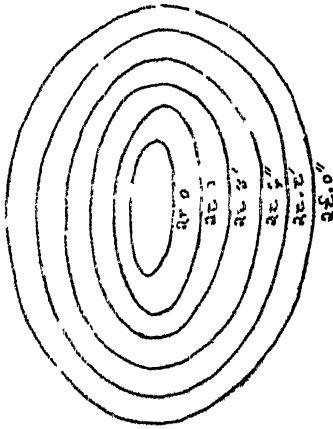
उष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों में निम्नलिखित विशेषतायें होती हैं, जिनकी सहायता से हम इनमें और शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों (Temperate Cyclones) में भेद कर सकते हैं और प्रत्येक को पहचान सकते हैं —

(१) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात का व्यास शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात के व्यास से कम होता है।

(२) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात की समभार रेखायें (Isobars) अपेक्षाकृत अधिक सममित (Symmetrical) और वृत्ताकार (Circular) होती हैं।



(ख) शीतोष्ण कटिबन्ध का चक्रवात



(क) उष्ण कटिबन्ध का चक्रवात

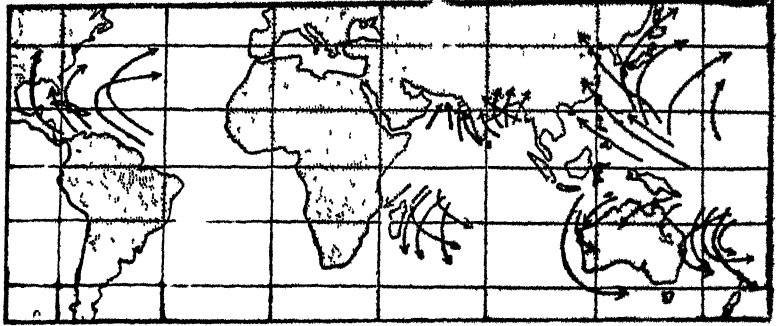
चित्र ३७३—उष्ण तथा शीतोष्ण चक्रवातों का अन्तर

(३) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात में समभार रेखाएँ अधिक पास-पास होती हैं, अतएव उनमें वायु का वेग अधिक होता है। असली हरीकेन में वायु वेग ७५ मील प्रति घण्टे से भी अधिक होता है।

(४) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात में तापमान का वितरण केन्द्र के चारों ओर सर्वत्र एक सा होता है। शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात के अग्र (Front) और पृष्ठ (Back) में तापमान का काफी अन्तर होता है।

(५) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात में वर्षा अपेक्षाकृत अधिक मूसलाधार (Torrential) होती है और वह केन्द्र के चारों ओर समान रूप से वितरित होती है [यद्यपि दूसरा गुण गतिशील आँधी (Moving Storms) की अपेक्षा स्थिर आँधी (Stationary Storms) में अधिक पाया जाता है]

- (६) इनमें वायु के अकस्मात् परिवर्तन नहीं होते हैं।
 (७) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात जाडो की अपेक्षा गर्मियों में अधिक आते हैं।
 (८) हरीकेन का केन्द्र अपेक्षाकृत शान्त और वर्षा रहित होता है। इसका व्यास सामान्यतः ५ मील से लेकर ३० मील तक होता है। इसे आंघी की आंख (Eye of The Storm) भी कहते हैं।
 (९) उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात के साथ प्रतिचक्रवात नहीं रहते।



चित्र ३७४—उष्ण चक्रवातों के पथ

(१०) शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात सामान्यतः पूर्व दिशा की ओर अग्रसर होते हैं। उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात का पथ ऐसा परवलय (Parabola) है, जिसकी अक्ष (Axis) भूमध्यरेखा के समानान्तर रहती है और नतोतर पार्श्व (Concave Side) पूर्व की ओर रहता है (चित्र ३७४)।

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों का अभी तक बहुत कम अध्ययन हुआ है। इनकी उत्पत्ति के विषय में ऋतु विशेषज्ञों में बड़ा मतभेद है। प्रचलित धारणाओं में निम्न लिखित विचार को अधिक महत्व मिला है —

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों की उत्पत्ति

उष्ण कटिबन्ध के चक्रवात महासागर में उत्पन्न होते हैं। इसका कारण यह है कि वहाँ पर दो बातों की सुविधा है। एक तो वहाँ आर्द्रता बहुत रहती है और दूसरे वहाँ वायु का सघर्षज प्रतिरोध (Frictional Resistance) कम होता है। अधिकतर इनका विस्तार उत्तरी गोलार्द्ध में डोलड्रम की उत्तरी सीमा और दक्षिणी गोलार्द्ध में डोलड्रम की दक्षिणी सीमा तक ही होता है। इसमें सन्देह नहीं कि इनकी उत्पत्ति में डोलड्रम प्रदेश का स्थानीय ताप और नमी सहायक होती है, किन्तु अन्य कारण भी महत्वपूर्ण हैं। डोलड्रम के शान्त कटिबन्ध में चक्रवात तभी पाये जाते हैं, जब वह विषुवत रेखा से दूर खिसक जाता है। जिस समय वह विषुवत रेखा के निकट आ जाता है, उस समय इसमें चक्रवात नहीं होते। संभवतः इसका कारण यह है कि विषुवतरेखा के निकट पृथ्वी के परिभ्रमण (Rotation) का वेग इतना कम है कि वह वायु में उतना घुमाव या भँवर (Whirl) पैदा करने में

असमर्थ है, जो चक्रवात की रचना के लिये आवश्यक है इस प्रकार इस तथ्य का स्पष्टीकरण हो जाता है कि 'उष्ण कटिबन्ध' के चक्रवात डोलड्रम की ध्रुवीय सीमाओं (Polar Margins) में ही और वह भी केवल गर्मी और पतझड़ ऋतु में (जब यह कटिबन्ध भूमध्यरेखा से सबसे अधिक दूरी पर होता है) पाये जाते हैं। ट्रेड वायु के प्रभाव में आ जाने से ये चक्रवात पहले पश्चिम की ओर जाते हैं और उसके बाद ध्रुवों की ओर मुड़ जाते हैं। जैसे ही ये मध्य-देशान्तरो (Middle latitudes) में अथवा स्थलखण्डों के ऊपर प्रवेश करते हैं वैसे ही इनकी तीव्रता (Intensity) कम हो जाती है और ये फैलकर बाह्य उष्ण प्रदेशीय (Extra Tropical) चक्रवात के लक्षण ग्रहण कर लेते हैं। यद्यपि उष्ण कटिबन्ध के हरीकेन में घरातल के अग्र (Surface Fronts) नहीं देखे गये हैं, तथापि ऋतुविशेषज्ञ इस विषय में एकमत हैं कि इनकी उत्पत्ति अग्र से ही होती है। हरीकेन की वायु के ऊपरी स्तरों के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ है कि वहाँ पर विपरीत गुणों की वायु राशियाँ (Contrasting Air Masses) पायी जाती हैं और घरातल के बहुत ऊपर अग्र भी मिलते हैं।

उनसठवाँ परिच्छेद

ज्वारभाटा विषयक सिद्धान्त

(THEORIES ABOUT TIDES)

ज्वारा-भाटा के स्पष्टीकरण के लिये जो विचारधारायें प्रस्तुत की गई हैं उनमें दो अधिक महत्वपूर्ण हैं —

- (क) प्रगामी तरंग का सिद्धान्त (Progressive Wave Theory)
- (ख) स्थावर तरंग का सिद्धान्त (Stationary Wave Theory)

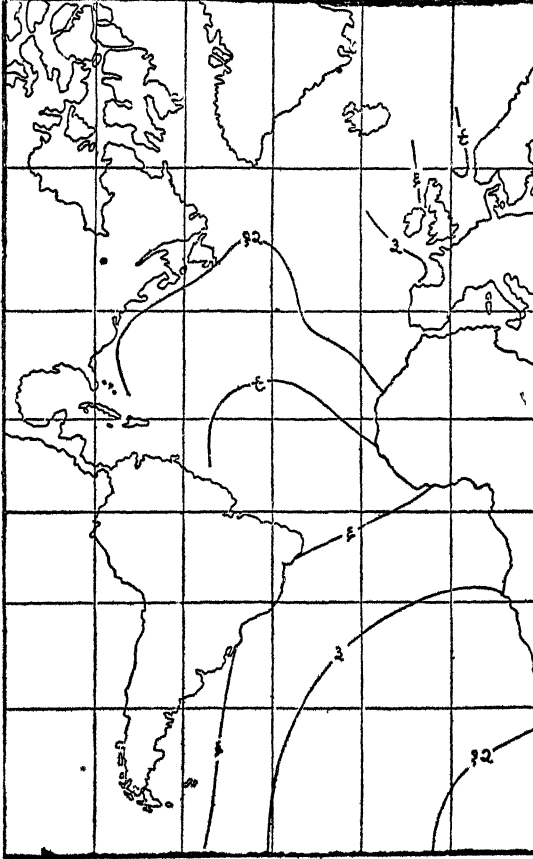
(क) प्रगामी तरंग का सिद्धान्त

(Progressive Wave Theory)

यदि पृथ्वी के गोले पर जल का आवरण सर्वत्र समान होता तो चन्द्रमा की गति के अनुसार ज्वार की भी पूर्व से पश्चिम की ओर प्रगति होती, किन्तु महाद्वीप तथा अन्य स्थल-खण्ड इसमें बाधक होते हैं दक्षिणी अण्टार्कटिक महासागर में, स्थल-खण्डों का अभाव होने के कारण ज्वार की प्रगति ठीक चन्द्रमा की गति के अनुसार होती है। इसमें 120° देशान्तर के अन्तर पर दो लहरे बन जाती हैं, जो पूर्व से पश्चिम की ओर बढ़ती हैं। जैसे ही ये तरंगे उत्तम आशा अन्तरीप (Cape of Good hope) के निकट अटलाण्टिक महासागर में प्रवेश करती हैं वैसे ही उनमेंसे एक शाखा निकलकर उत्तर की ओर बढ़ती है। प्रशान्त और हिन्दमहासागर में भी इस प्रकार की शाखायें बन जाती हैं। प्रधान लहर (Primary Wave) की ये शाखायें गौण लहरे (Secondary Waves) कहलाती हैं। इनसे ही अन्ध महासागर के तट पर ज्वार निर्धारित होते हैं। गौण लहरे स्वतन्त्र रूप से आगे बढ़ती हैं—हाँ गहराई का इनकी गति पर प्रभाव अवश्य पड़ता है। इन्हें जन्म देने वाली प्रधान लहर की गति चन्द्रमा के अनुसार होती है। प्रगामी लहर (Progressive Wave) के सिद्धान्त के अनुसार अन्ध महासागर की ज्वार-तरंगे चित्र में समज्वार रेखाओं (Cotidal Lines) द्वारा दर्शायी गई हैं। समज्वार रेखायें वे कल्पित रेखायें हैं जो सागर के उन स्थानों के मिलाने से बन जाती हैं, जहाँ दीर्घज्वार (Spring Tide) एक ही समय पर आ जाता है। रेखाओं के ऊपर जो अंक दिये गये हैं, वे पूर्णमासी के दिन दीर्घज्वार का (ग्रिनविच के अनुसार) समय दर्शाती हैं। इन मानचित्र से और उपर्युक्त सिद्धान्त से स्पष्ट है कि अन्ध महासागर की ज्वार-तरंगे किनारे के उथले भागों की अपेक्षा बीच के गहरे भागों में अधिक वेगवती हैं।

(ख) स्थावर तरंग का सिद्धान्त
(Stationary Wave Theory)

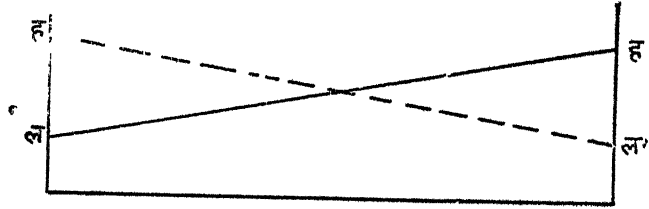
आधुनिक खोज से यह ज्ञात होता है कि ससार भर के ज्वार-भाटे के अध्ययन



चित्र ३७५—प्रगामी-तरंग के सिद्धान्त के अनुसार अन्ध महासागर की समज्वार रेखाओं के लिये हमें पृथक-पृथक सागरो का स्वतंत्र अध्ययन करना चाहिए। इस सिद्धान्त में यह कल्पना की जाती है कि प्रत्येक सागर में एक स्थावर तरंग होती है। यह कथन नीचे लिखे प्रयोग से स्पष्ट हो जायगा —

प्रयोग—किसी आयताकार पात्र में थोड़ा पानी ले लीजिए, फिर उसके एक किनारे को शीघ्रता से ऊपर उठाकर नीचा कर दीजिए। ऐसी अवस्था में जब पानी दाहिनी ओर ऊपर उठ जाता है, तब बायीं ओर वह नीचे दब जाता है और इसी प्रकार जब वह बायीं ओर ऊपर उठ जाता है, तब वह दाहिनी ओर नीचे दब जाता है। यही क्रम चलता रहता है। ऐसी मध्यवर्ती रेखा को जिसके सन्दर्भ में पानी ऊपर उठता और

नीचे जाता है हम पात-रेखा (Nodal Line) कहते हैं और इस प्रकार अस्तित्वमे आई हुई तरंग को स्थावर तरंग (Stationary Wave) कहते हैं।

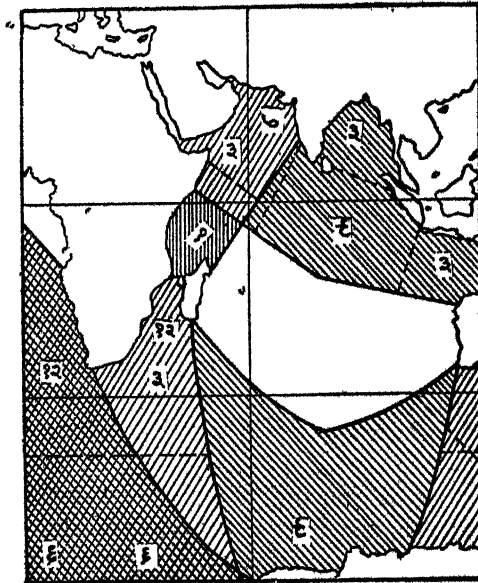


चित्र ३७६—स्थावर तरंग (Stationary Wave) की उत्पत्ति

स्थावर तरंग के प्रदोलन का आवर्तकाल (Period of oscillation) निम्नलिखित सूत्र से निर्धारित होता है —

$$अ = \sqrt{\frac{२ ल}{३ भ ग}} \text{ जहाँ}$$

{ अ=प्रदोलन का आवर्तकाल
(Period of Oscillation)
ल=जलपात्र की लम्बाई
भ=भ्वाकृष्टि त्वरण
(Acceleration due to gravity)
ग=जल की गहराई



इससे स्पष्ट है कि प्रत्येक जलाशय का अपना एक निश्चित प्रदोलन का आवर्तकाल होता है, जो उसकी लम्बाई और पानी की गहराई पर निर्भर है।

इस शताब्दी के आरम्भ मे हैरिस नामक विद्वान ने ज्वार के स्पष्टीकरण के लिये स्थावर तरंग के उपर्युक्त सूत्र को अपना आधार बनाया। इस सिद्धान्त के अनुसार विभिन्न सागरों की स्थावर तरंगों के फलस्वरूप ही विवृत महासागर (Open Ocean) मे ज्वार आता है। इन पृथक सागरों को मिलाकर संयुक्त रूप से प्रदोल प्रणाली (Oscillation

चित्र ३७७—हिन्द महासागर की प्रदोलन-व्यवस्था

System) कहते हैं। इनमें से प्रत्येक का अपना एक निश्चित प्रदोलन का आवर्तकाल (Period of oscillation) होता है, जो गणित की सहायता से निश्चित किया जा सकता है चित्र ३७७ में हिन्द महासागर की प्रदोल-प्रणालियाँ दर्शायी गई हैं।

इस चित्र में अंकित अक उच्च-जल (High Water) का समय दर्शाते हैं। यह समय चन्द्रमा के ग्रीनविच की देशान्तर को पार करने के बाद व्यतीत हुए चान्द्र-घण्टो (Lunar Hours) में दिया गया है। पात-रेखाये (Nodal Lines) बिन्दुओं से दिखलाई गई हैं। उन क्षेत्रों को खाली छोड़ दिया गया है जहाँ ज्वार की मात्रा अत्यन्त नगण्य है।

इस सिद्धान्त के अनुसार महासागरों में कुछ ऐसे अंश अवश्य होने चाहिए, जहाँ ज्वार बिल्कुल नहीं होता। इन बिन्दुओं से समज्वार रेखाये चारों दिशाओं में प्रसृत होती हैं। हैरिस ने इन्हें अज्वार बिन्दु (Amphidromic Points) कहा है।

उत्तरी अन्ध महासागर में एक स्थावर तरंग है, जिसकी दिशा उत्तर-दक्षिण है। गणित द्वारा यह ज्ञात होता है कि अन्ध महासागर में आनेवाले ज्वार इस तरंग के प्रदोलन के अनुसार होते हैं।

साठवाँ परिच्छेद

भूद्रोणियाँ (GEOSYNCLINES)

परिभाषा तथा वर्गीकरण—भूपृष्ठ के उन लम्बे, सकरे और निचले क्षेत्रों को—
(१) जिनमें नदियों द्वारा लाये गये अवसाद (Sediments) एकत्र होते रहते हैं।

(२) जो अवसाद के बृहद भार से दबकर क्रमशः धँसते रहते हैं।

और (३) जिनमें कालान्तर में पर्वत-श्रेणियाँ बन जाती हैं, भूद्रोणी (Geosyncline) कहते हैं। संक्षेप में हम भूद्रोणी को पर्वतों का पलना (Cradle of Mountains) कह सकते हैं।

भूद्रोणी को अवगारण का श्रेय हॉल (Hall) तथा डाना (Dana) नामक विद्वानों का है, किन्तु इस सिद्धान्त का विकास, वास्तव में, हाग (Haug) ने ही किया है। इन्होंने प्राचीन युकेव पुराभौगोलिक मानचित्र (Palaeogeographic maps) बनाये हैं, जिनमें उन युगों की भूद्रोणियाँ दर्शायी गई हैं। कालान्तर में इन्हीं भूद्रोणियों के स्थान पर पर्वत खड़े हो गए हैं। इन भूद्रोणियों में अवसाद एक विशेष ढग से एकत्र होता है। भूद्रोणियों के किनारे उथले होते हैं, अतएव वहाँ पर पतला वेलाप्रदेशीय निक्षेप (Littoral Deposits) एकत्र होता है। ये निक्षेप महाद्वीपीय निधाय (Continental Shelf) के अनुरूप होते हैं। इनकी रचना अनेक बाता पर निर्भर है जैसे—अपक्षरित शिलाओं की सरचना, सागर के जलपृष्ठ के उच्चावचन (Fluctuations) लहरे धारण आदि। उदाहरण के लिये आल्प्स भूद्रोणी के उत्तरी निक्षेप के अध्ययन से यह विदित होता है कि वे एकान्तर क्रम से आगे बढ़े और पीछे हटे हैं।

भूद्रोणियों के बीच का भाग गहरा होता है और वहाँ निक्षेप भी नियमित रूप से एकत्र होते हैं। यदि किसी भूद्रोणी में दो विरुद्ध दिशाओं से दबाव पड़ता है, तो उसका मध्यवर्ती भाग उभार के रूप में ऊपर उठ जाता है। इसे हम भू-चाप (Ge-anticline) कहते हैं। भू-चाप में न केवल भूद्रोणी के अवसाद ही, वरन् उसका नितल भी ऊपर उठ आता है। यदि भू-चाप की ऊँचाई इतनी अधिक हुई कि वह हवा और लहरो के प्रभाव-क्षेत्र में आ जाय, तब निक्षेपण की क्रिया में बाधा पड़ना स्वाभाविक है। अतएव ऐसी दशा में अपेक्षाकृत स्थूल अवसाद एकत्र होते हैं। पहाड़ों की विगुप्त शिलाओं (Exposed Rocks) के अध्ययन से भूद्रोणियों के अवसादों का ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है।

हॉल ने सर्वप्रथम भूद्रोणियों और पर्वतश्रेणियों के सम्बन्ध पर प्रकाश डाला। उन्होंने ज्ञात किया कि यदि किसी पर्वत श्रेणी का विश्लेषण किया जाय और उसकी शिलाओं को मौलिक प्रक्रम के अनुसार रखा जाय, तो वे सागर को केवल पाट ही न देंगी, वरन् कुछ ऊपर भी उठ जायेंगी। इससे वह इस निष्कर्ष पर पहुँचे—

‘अवसादन के साथ-साथ सागर-नितल भी नीचे धँसता जाता है’
भूद्रोणियों के विकास का विचार करते समय हाँग ने दो बातों पर बड़ा जोर दिया

है —

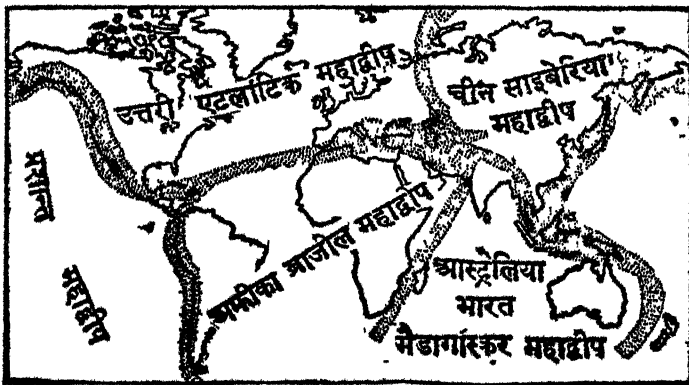
- (१) भूद्रोणियाँ गहरे जल की क्षेत्र थीं।
- (२) चौड़ाई की अपेक्षा इनकी लम्बाई बहुत अधिक थी।

हाग (Haug) के अनुसार भूद्रोणियाँ सागर के वे लम्बे सकरे क्षेत्र हैं, जिनमें अवसाद नियमित रूप से एकत्र होते रहते हैं, किन्तु वास्तव में भूद्रोणी का विकास इतना सीधा-सरल नहीं है। सागर नितल में विशेषकर किनारों की ओर कभी-कभी भूतैज अथवा उदग्र गतियाँ भी होती रहती हैं और उनकी उपेक्षा नहीं की जा सकती।

यद्यपि भूद्रोणी शब्द का व्यवहार बहुत होता है तथापि उसकी वैज्ञानिक परिभाषा के विषय में मतभेद है। जे० डबल्यू० इवेन्स (J W E vans) ने तो यहाँ तक कह डाला है कि यह शब्द इतने भिन्न अर्थों में प्रयुक्त होता है कि इस की कोई एक वैज्ञानिक परिभाषा करना असंभव है। हाँग के अनुसार भूद्रोणियाँ लम्बे और सकरे सागर हैं, जैसा कि इनके बनाये हुए पुराभौगोलिक मानचित्रों (Palaeogeographic maps) से स्पष्ट है। बहुत से विद्वान् इसी मत के अनुयायी हैं किन्तु कुछ ऐसे भी हैं, जो इसे नहीं मानते। उदाहरण के लिये शुशर्ट (Schuchert) ने तीन प्रकार की भूद्रोणियाँ मानी हैं —

(१) एक-भूद्रोणी (Mono-Geosyncline) — ये महाद्वीपों के अन्दर अथवा किनारों पर लम्बे और सकरे सागर हैं। इनमें काफी निमज्जन (Subsidence) हुआ है। इसका प्रमाण अपेलेशियन के पदार्थों की वृहद मोटाई है। भूद्रोणिया के विषय में हॉल और डाना की भी यही धारणा है।

(२) बहु-भूद्रोणी (Poly-Geosyncline) यह एक-भूद्रोणी (Mono-Geosyncline) की अपेक्षा अधिक चौड़ी होती है और इसका इतिहास भी अपेक्षाकृत जटिल होता है। इसकी स्थिति एक-भूद्रोणी के समान ही होती है किन्तु इसमें प्रायः एक अथवा अधिक भू-चाप (Ge-anticlines) मिलते हैं। इसका उदाहरण रॉकी पर्वत की भूद्रोणी है।



चित्र ३७८—मैसोजोयक काल की भूद्रोणियाँ (इस चित्र में छायादार भाग भूद्रोणियों का द्योतक है)

(३) मध्य-भूद्रोणी (Meso-geosyncline)—ये भी लम्बे और सकरे सागर होते हैं जो प्रायः दो महाद्वीपों के मध्य में स्थित होते हैं—जैसे भूमध्यसागर। इनकी गहराई बहुत अधिक होती है और इनका इतिहास भी लम्बा और जटिल होता है।

हाँग की अवधारणा वास्तव में मध्य भूद्रोणियों की अवधारणा है। इनके अनुसार मध्य कल्प (Mesozoicera) की भूद्रोणियाँ चित्र ३७८ में दर्शायी गई हैं।

आलोचना—चित्र ३७८ से स्पष्ट होता है कि मध्यकल्प में आजकल की अपेक्षा सागर-जल की मात्रा कम थी। ऐसा क्यों था? शेष जल कहाँ चला गया था? हाँग ने इस प्रश्न का कोई भी सतोषजनक उत्तर नहीं दिया है।

जे० डबल्यू० इवेन्स (J W Evans) के विचार

यह तो कहा ही जा चुका है कि भूद्रोणी की परिभाषा के विषय में बड़ा मनभेद है। जे० डबल्यू० इवेन्स इसे 'अवसादन की अवगति' (Sedimentation-Subsidence) कहना अधिक उचित समझते हैं। इनके अनुसार भूद्रोणी की आकृति में अन्तर हो सकते हैं—कभी वह द्रोणी के समान धनुषाकार होती है, कभी उसका ऊँच-नीचे अनियमित गड्ढे का रूप होता है और कभी अपेक्षाकृत चपटा नितल भी हो सकता है। इनकी स्थिति भी अनेक प्रकार की हो सकती है। ये—

- (1) किसी बड़ी नदी के मुहाने के सामने
 - (11) दो महाद्वीपों के बीच में
 - (111) किसी चौड़े महासागर के पहाड़ी तट के निकट, अथवा
 - (1V) किसी पर्वत अथवा पठार के निकट मैदान में,
- कहीं भी स्थित हो सकती है।

जहाँ भी इतनी अधिक मात्रा में अवसाद एकत्र होते हैं, वहाँ ही उनके वृहद् भार के कारण क्षेत्र का निमज्जन अथवा अधोगति (Subsidence) अवश्य होती है और फिर कालान्तर में एक ऐसा समय आता है जब अवसाद पर दो विरुद्ध दिशाओं से दबाव पड़ता है और उसमें भ्रजन (Folding) हो जाता है। इवेन्स का विचार है कि यह क्रिया उन क्षेत्रों में अधिक सुविधा और सरलता से होती होगी, जिनमें भार के कारण भूपर्पटी अधिक नीचे धँस जाती है। नीचे के स्तरों का ऊँचा तापमान भी इसमें सहायक होता है। यह निमज्जन चाहे अवसाद के वृहद् भार के कारण हो अथवा क्षैतिज दबाव के कारण—इसका यह प्रभाव तो पड़ता ही है कि नीचे का सिमा (Sima) हट जाना है जिससे भूसन्तोल की अवस्था में व्यतिक्रम हो जाता है। भ्रंजित अवसाद सिमा की अपेक्षा हल्के होते हैं अतएव वे नीचे धँसने की अपेक्षा ऊपर उठ जाते हैं और इन प्रकार पर्वत-श्रेणियाँ अस्तित्व में आ जाती हैं।

इस प्रकार हम भूद्रोणी के इतिहास को तीन भागों में बाँट सकते हैं,—

- (१) अवसादन और अधोगति के फलस्वरूप हुआ विकास।
- (२) नियमित विकास में व्यतिक्रम होने जैसे किसी भाग का ऊपर उठ जाना अथवा नीचे धँस जाना, भू-चाप (Ge-anticline) का बनना आदि।
- (३) भूद्रोणी का पतन।

(ग) होम्स का दृष्टिकोण

होम्स के अनुसार भूपर्पटी में निम्नलिखित स्तर विद्यमान है —

(१) सबसे ऊपर १०-१२ किलोमीटर मोटा ग्रेनो-डायोराइट (Grano Diorite) का स्तर है।

(२) उसके नीचे २०-२५ किलोमीटर मोटा एम्फिबोलाइट (Amphibolite) का स्तर है।

और (३) सबसे नीचे एकलोजाइट (Eclogite) का स्तर है।

होम्स के अनुसार भूद्रोणियाँ तीन प्रकार की हैं —

(१) कुछ भूद्रोणियाँ इस प्रकार बन गई हैं कि उनके नीचे के एम्फिबोलाइट के स्तर से द्रव-पदार्थ अन्य दिशाओं में खिसक गया है और इस प्रकार उनमें निमज्जन हुआ है। आधुनिक काल के रॉस (Ross) और टसमान (Tasman) सागर तथा भूतकाल में प० कार्डिलेरा की भूद्रोणी इसी प्रकार के अन्तर्गत है।

(२) दूसरी प्रकार की भूद्रोणियों के बनने का मुख्य कारण सियाल (Sial) के स्तर का खिचकर पतला पड़ जाना है। इस खिचाव के दो प्रमुख कारण हैं —

(क) किसी स्थल खण्ड का फैलना। यूरल पर्वत की भूद्रोणी इसी प्रकार बनी है।

अथवा (ख) अनुपपटी (Substratum) में अपसृत धाराओं (Diverging Currents) के कारण ऐसे दो खण्डों का पृथक हो जाना। उदाहरण—टैथिस सागर।

(३) तीसरे प्रकार की भूद्रोणियाँ वे हैं, जिनके निर्माण का मुख्य कारण नीचे के पदार्थ में रूपान्तरण (Metamorphism) के कारण घनत्व का बढ़ जाना है। इसी से निमज्जन अथवा अधोगति होती है। किसी पर्वत-प्रणाली के दो निकट आनेवाली अग्र-प्रदेशों (Forelands) के मध्य का क्षेत्र इस प्रकार के अन्तर्गत है। उदाहरण—पश्चिमी भूमध्यसागर, बण्डासागर (Banda sea) आदि।

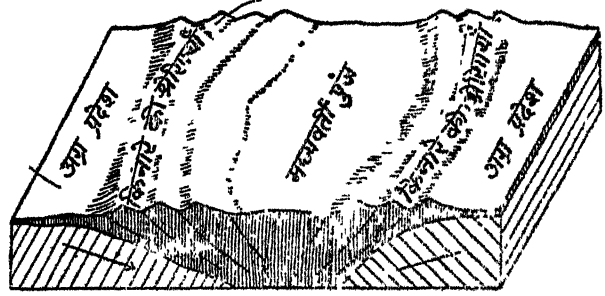
भूद्रोणियों का एक विभाग और किया जा सकता है। ये भूद्रोणियाँ पर्वत श्रृंखला के अग्रप्रदेश (Foreland) की दिशा में होती हैं। इनके बनने का मुख्य कारण गिरि निर्माण के लिये उत्तरदायी भजन की क्रिया (Folding) है। इस प्रकार की भूद्रोणियों के उदाहरण फारम की खाड़ी और सिन्ध-गंगा का मैदान हैं।

कोबर का भूद्रोणीय गिरि निर्माण का सिद्धान्त

(The Geo Synclinal Orogen Theory of Kober)

हॉग (Haug) और कोबर (Kober) की भूद्रोणी विषयक धाराणाओं में अन्तर है। हॉग के अनुसार भूद्रोणी मकरे और लम्बे क्षेत्र थीं। कोबर का कथन है कि ये काफी चौड़े प्रदेश थे। इनके अनुभार अवसादों के भजन का मुख्य कारण यह था कि दो स्थलखण्डों के अग्रप्रदेश एक दूसरे के निकट आये। इनमें से एक का गति-वेग दूसरे से अधिक था इनके निकट आने से बीच की भूपर्पटी सिकुड़ी और इस प्रकार इन अग्रप्रदेशों के गिनारों पर श्रेणियाँ बन गईं इन्हे—किनारे की श्रेणियाँ (Border Ranges) अथवा

Randketten) कहते हैं। यदि सिकुडन की मात्रा बहुत अधिक हुई तो दोनों अग्रप्रदेश एक दूसरे के बिल्कुल निकट और कभी-कभी सस्पर्श (Contact) में आ जाते हैं। ऐसी दशा में दोनों ओर की किनारे की श्रेणियाँ एक रेखा पर मिलकर और ऊपर उठ जाती हैं। इस रेखा को Narbe कहते हैं। स्विटजरलैण्ड की आल्स श्रेणी इसका उदाहरण है। दूसरी ओर जब एक दिशा का दबाव दूसरे की अपेक्षा कम होता है, तब किनारे की श्रेणियों के



चित्र ३७८—कोबर के अनुसार पर्वतों की उत्पत्ति

बीच में जो प्रदेश सिकुडन की क्रिया से प्रभावित नहीं होता और पहले जैसा ही बना रहता है, मध्यवर्ती पुंज (Median Mass) कहलाता है। कार्पेथियन और डिनारिक आल्प्स के मध्य में हंगरी का मैदान ऐसा ही मध्यवर्ती पुंज (Median Mass) है।

कोबर और स्वैस की कल्पनाओं में मौलिक भेद है। जैसा कि ऊपर उल्लेख हो चुका है, दो विरोधी दिशाओं से दबाव पड़ता है। स्वैस के अनुसार पर्वत श्रेणियों का निर्माण केवल एक ही दिशा से दबाव से होता है। इनके अनुसार पृष्ठ-प्रदेश (Hinterland) की ओर से दबाव आता है और अग्रप्रदेश (Foreland) उसे रोकता है। उदाहरण के लिये हिमालय पहाड़ के निर्माण के लिये तिब्बत पृष्ठ प्रदेश था और दक्षिणी पठार अग्रप्रदेश। तिब्बत की ओर से दबाव आया और दक्षिणी पठार ने उसे रोका, जिससे वे भ्रज (Folds) बन गये जिन्हें हिमालय श्रेणियाँ कहने हैं।

परिशिष्ट १

कुछ सामान्य शिलाओं का संक्षिप्त परिचय

(क) आग्नेय शिलायें (Igneous Rocks)

(१) ग्रेनाइट (Granite)—यह एक अत्यन्त सामान्य सपुजित (Massive) आग्नेय शिला है। यह शिला पूर्णतः मणिभीय होती है। इसके कण सूक्ष्म से लेकर स्थूल तक होते हैं। जहाँ तक इसकी खनिज-रचना का सम्बन्ध है, इसमें स्फटिक (Quartz), फ़ैलस्पार (Felspars) तथा उपखनिज (Accessory Minerals) पाये जाते हैं। स्फटिक १५ से ४० प्रतिशत तक होता है। फ़ैलस्पारों में क्षार फ़ैलस्पारो (Alkali felspars) का अनुपात सोडा-लाइम फ़ैलस्पारो (Soda-lime Felspars) से अधिक होता है। उपखनिजों में बायोटाइट (Biotite) तथा हॉर्नब्लैण्ड (Hornblende) अधिक सामान्य हैं। ग्रेनाइट शिलायें अधिकतर भूरे अथवा लाल रंग की होती हैं। इनका रंग खनिज-रचना पर निर्भर है। इनका औसत घनत्व लगभग २.७ है।

(२) साइनाइट (Syenite)—यह स्थूल कणों वाली सपुजित अधोधनित शिला है। जहाँ तक इसकी खनिज-रचना का सम्बन्ध है, इसमें क्षारीय फ़ैलस्पारो (Alkali Felspars) की प्रमुखता रहती है तथा स्फटिक (Quartz) अनुपस्थित होती है। देखने में यह ग्रेनाइट से मिलती जुलती है। इसका वर्णन सफ़ेद से लेकर Dark Grey तक होता है, अनेक साइनाइट शिलायें Pink वर्ण की हैं। इसका आपेक्षिक घनत्व २.६ से लेकर २.८ तक होता है।

(३) डायोराइट (Diorite)—यह स्थूल कणों वाली अधोधनित, शिला है। जहाँ तक इसकी खनिज-रचना का सम्बन्ध है, इसमें सोडा-लाइम प्लैगियोक्लेज फ़ैलस्पारो (Soda-lime Plagioclase Felspars) की बहुलता रहती है। यह पूर्णतः मणिभीय शिला है। इसका रंग हरे से लेकर काले तक होता है। इसका आपेक्षिक घनत्व २.८५ से लेकर ३.०० तक होता है।

(४) ग्रैब्रो (Gabbro)—यह स्थूल कणों वाली सपुजित अधोधनित शिला है। जहाँ तक इसकी खनिज-रचना का सम्बन्ध है, यह मुख्यतः लाइम-सोडा प्लैगियोक्लेज फ़ैलस्पारो (Lime-Soda Plagioclase Felspars) से निर्मित होती है। इसका आपेक्षिक घनत्व डायोराइट से थोड़ा अधिक होता है अर्थात् २.९० से लेकर ३.२० तक।

१. क्षारीय फ़ैलस्पारो के अन्तर्गत।

२. सोडा-लाइम प्लैगियोक्लेज फ़ैलस्पारो के अन्तर्गत।

३. लाइम-सोडा प्लैगियोक्लेज फ़ैलस्पारो के अन्तर्गत।

(५) डोलराइट (Dolerite)—यह सूक्ष्म कणों से निर्मित गहरे वर्ण की उपाधोधनित शिला है। यह प्रायः रालपट्टों (Sills) और गालभित्तियों (Dykes) का निर्माण करती है। जहाँ तक इसकी खनिज-रचना का सम्बन्ध है, इसमें सोडा-लाइम प्लेगियोक्लेज फ़ैल्सपारो (Soda-lime Plagioclase Felspars) की प्रमुखता रहती है। इसका आपेक्षिक घनत्व प्रायः २.६४ से लेकर ३.१२ तक होता है।

यह ग्रैबो की उपाधोधनित समकक्षक (Hypabyssal Equivalent) है।

(६) बेसाल्ट (Basalt)—यह अत्यन्त सामान्य ज्वालामुखीय शिला है। यह क्षारीय लावा के घनीभूत होने से बनती है। इसका रंग (Grey Black) से लेकर काला तक होता है। इसका आपेक्षिक घनत्व २.९० से लेकर ३.९० तक होता है। यह ग्रैबो की ज्वालामुखीय समकक्षक है।

तलिका—कुछ सामान्य आग्नेय शिलाओं का खनिजात्मक

वर्गीकरण

	अतिसंतृप्त (Over saturated)		संतृप्त (Saturated)		
	(स्फटिक Quartz) फ़ैल्सपायर (Falspars)		फ़ैल्सपार (Felspars)		
	प्रमुखत और्थोक्लेज	प्रमुखत लैंग्योक्लेज	प्रमुखत क्षारीय फ़ैल्सपार	प्रमुखत सोडा-लाइम लैंग्योक्लेज	प्रमुखत लाइम-सोडा प्लैंगियोक्लेज
अधोधनित (Plutonic)	ग्रेनाइट		साइनाइट	डायोराइट	ग्रैबो
उपाधोधनित (Hypabyssal)					डोलराइट
ज्वालामुखीय (Volcanic)					बेसाल्ट
सिलिका का औसत प्रतिशत	७२	६६	५९	५७	४८

(टिरेल की पैट्रोलोजी के अनुसार)

(ख) जलज शिलायें

(Sedimentary Rocks)

(१) बालुकाश्म (Sandstone)—ये शिला मुख्यतः बालू के कणों से निर्मित होती है, जो प्रायः सिलिका, लोहे के ऑक्साइड अथवा चूने से परस्पर सङ्गठित रहते हैं। इसका रंग कणों को आबद्ध करने वाले पदार्थ के अनुसार (Grey) सफेद, (Buff) भूरा अथवा (Brown) होता है।

(२) शैल (Shale)—यह सूक्ष्म स्तरी वाली शिला है, जो घनीभूत पक (Mud), मृत्तिका (Clay) अथवा साद (Silt) से निर्मित होती है। कभी-कभी इसके स्तर इतने पतले होते हैं, जैसे कागज। यह एक कोमल शिला है। इसका रंग सफेद, भूरा, (Buff), पाला, लाल, बैंगनी, हरा अथवा काला होता है।

(३) चूने का पत्थर (Limestone)—यह शिला मुख्यतः कैल्शियम कार्बोनेट से बनी होती है। इसके कण सूक्ष्म से लेकर स्थूल तक होते हैं। जब इसमें अशुद्धियाँ नहीं होती, तब यह सफेद होती है। जब इसमें अशुद्धियाँ होती हैं, तब इसका रंग भूरे से लेकर काला तक होता है। इसका घनत्व २.५ से लेकर २.८ तक होता है। इसे चाकू द्वारा सरलता से खुरचा जा सकता है। इसको पहचान यह है कि इस पर हाइड्रोक्लोरिक एसिड डालने पर इसमें बुदबुदाहट (Effervescence) होती है। भूपृष्ठ पर जहाँ यह शिला विस्तृत रूप से पाई जाती है, वहाँ एक विशेष प्रकार का भूदृश्य विकसित होता है, जिसे कार्स्ट भूदृश्य (Karst Topography) कहते हैं।

(४) ब्रेशिया (Breccia)—इस शिला में सकोण (नोकदार) पत्थर टुकड़े परस्पर चिपके रहते हैं। ये टुकड़े किसी भी प्रकार की शिला के हो सकते हैं। इस शिला में स्तर नहीं पाये जाते। इसका रंग अवयवों के अनुसार होता है।

(५) कौगलोमरेट (Conglomerate)—यह शिला पूर्णतः जलीय उदभव (Aqueous origin) की है। इसमें नदी की क्रिया से घिसकर गोल किये गये अष्टीला (Pebbles) परस्पर चिपके रहते हैं। इन अष्टीलाओं के आकार में बड़े विभेदन पाये जाते हैं। ये अष्टीला एक अनेक अनेक शिलाओं के खण्ड हो सकते हैं।

(६) चाक (Chalk)—यह कोमल अवचूर्ण्य (Friable) शिला है। जहाँ तक इसकी खनिज रचना का सम्बन्ध है, यह कैल्शियम कार्बोनेट से निर्मित होती है। इसका रंग सफेद से लेकर गुलाबी तक होता है। इसमें और चूने के पत्थर में यही प्रमुख अन्तर है कि चूने का पत्थर कठोर निबिड तथा मणिभीय होता है तथा चाक कामल एवं रन्धी होता है। जहाँ पर यह शिला विस्तार रूप से पाई जाती है, वहाँ एक विशेष प्रकार का भूदृश्य विकसित हो जाता है, जिसे चाक भूदृश्य (Chalk Topography) कहते हैं।

(ग) रूपान्तरित शिलायें

(Metamorphosed Rocks)

(१) स्फटिकाश्म (Quartzite)—यह शिला बालुकाश्म (Sandstone) के रूपान्तरण (Metamorphism) से बनती है। यह कठोर तथा निबिड शिला है। इसके कण सूक्ष्म से लेकर स्थूल तक होते हैं। इसका रंग सफेद, भूरा, पीला अथवा लाल होता है।

(२) स्लेट (Slate)—यह शिला शैल (Shale) के रूपान्तरण से बनती है। यह अत्यन्त पतले स्तरों में भाजनशील (Cleavable) है। सामान्यतः इसका रंग (Grey) से लेकर काला तक होता है, किन्तु कभी-कभी लाल, बैंगनी अथवा हरा भी होता है इसका आपेक्षिक घनत्व लगभग २.७५ है।

(३) सगमरमर (Marble)—यह एक संपृजित शिला (Massive Rock) है। यह शिला चूने के पत्थर (Limestone) के रूपान्तरण से बनती है। यह रूपान्तरण मुख्यतः ताप के कारण होता है। यदि मूल चूने का पत्थर शुद्ध होता है, तो उसके रूपान्तरण से बना सगमरमर सफेद रंग का होता है। यदि मूल चूने के पत्थर में अशुद्धियाँ होती हैं, तो सगमरमर का रंग भी तदनसार होता है। उदाहरण के लिये लौह के यौगिकों की उपस्थिति के कारण लाल, भूरा अथवा पीले सगमरमर बनते हैं। बिटुमिनस चूने के पत्थर के रूपान्तरण से जो सगमरमर बनता है, वह काले रंग का होता है।

(४) नाइस (Gneiss)—यह एक निबिड मणिभीय स्थूलपणिति (Coarsely foliated) शिला है। इसका रंग सफेद, भूरा, लाल, हरा अथवा काला होता है। इसका नामकरण दो आधारों पर होता है—(१) मूल शिला के अनुसार जैसे प्रेनाइट-नाइस, साइनाइट-नाइस आदि। (२) इसमें विद्यमान फ़ैरो-मैग्नेशियन खनिजों (Fero-magnesian Minerals) के अनुसार जैसे बायोटाइट-नाइस (Biotite Gneiss), हॉर्नब्लैण्ड नाइस (Hornblende Gneiss) आदि। इसमें पाई जानेवाली गहरे रंग की पट्टियाँ (Dark) फ़ैरोमैग्नेशियन खनिजों को प्रदर्शित करती हैं तथा हल्के रंग की पट्टियाँ स्फटिक तथा फ़ैल्स्पार के मिश्रण को।

(५) शिस्ट (Schist)—यह शिला शैल के रूपान्तरण से बनती है। यह रूपान्तरण मुख्यतः दबाव के कारण होता है। इसकी प्रमुख विशेषता इसमें पाये जानेवाले पर्ण (Foliations) हैं, जिनके अनुरूप इसका विदारण होता है। यह पूर्णतः मणिभीय (Crystalline) शिला है। इसका रंग इसमें विद्यमान फ़ैरो-मैग्नेशियन खनिज के अनुसार होता है—उदाहरण के लिये क्लोराइट—शिस्ट (Chlorite-Schist) हरी होती है, माइका शिस्ट (Mica Schist) सफेद से लेकर भूरे रंग तक की होती है तथा हॉर्न ब्लैण्ड-शिस्ट (Hornblende-Schist) हरे से लेकर काले रंग तक की होती है।

(६) फाइलाइट (Phyllite)—यह शिला माइका-शिस्ट (Mica Schist) के निर्माण की अन्तर्वर्ती प्रावस्था (Intermediate Stage) का प्रदर्शन करती है। अतएव, इसकी विशेषता अम्रक (Mica) की उपस्थिति के कारण इसका रजतमय स्वरूप (Silvery appearance) है। यह स्लेट की भाँति भाजनशील (Cleavable) होती है।

परिशिष्टावली २. वालुकाश्म भूदृश्य

(१) बालुकाश्म का संक्षिप्त परिचय (Sandstone Topography)

बालुकाश्म (Sandstone) एक जलज शिला है। यह मुख्यतः बालुका के कणों से निर्मित होती है। ये कण प्रायः मिलिका, लोहे के ऑक्साइड अथवा चूने से परस्पर सम्बद्ध रहते हैं। बालू के कण आकार में स्थूल से लेकर सूक्ष्म तक होते हैं। बालुकाश्मों में पाये जाने वाले उपखनिजों (Accessory Minerals) में फ़ैल्स्पार, अम्फ़ेक, मैगनेटाइट, गारनेट आदि उल्लेखनीय हैं। बालुकाश्म का रंग आबद्ध करने वाले पदार्थ के अनुसार होता है। अधिकांश बालुकाश्म सफ़ेद, भूरे अथवा लाल होते हैं।

(२) बालुकाश्मों के वियोजन को प्रभावित करने वाले प्रतिकारक

बालुकाश्म का वियोजन निम्नलिखित प्रतिकारकों पर निर्भर है—

- (क) कणों को आबद्ध करनेवाले पदार्थों की प्रकृति पर
- (ख) कणों के आकार पर
- (ग) सन्धियों की उपस्थिति अथवा अनुपस्थिति पर

जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया, कणों को आबद्ध करनेवाला पदार्थ प्रायः चूना, लोहे का ऑक्साइड अथवा सिलिका होता है। चूना लोहे के ऑक्साइड की तुलना में रासायनिक ऋतुक्षरण से अधिक शीघ्र प्रभावित होता है। जिन बालुकाश्मों के कण सिलिका से चिपके रहते हैं वे अधिक टिकाऊ होते हैं।

स्थूल कणों वाले बालुकाश्म तापक्रम के परिवर्तनों से शीघ्र प्रभावित होते हैं और वे सूक्ष्म कणों वाले बालुकाश्म की तुलना में जल्दी टूट-फूट जाते हैं।

सन्धियाँ भी वियोजन को प्रभावित करती हैं। सन्धियाँ जितनी अधिक होती हैं, वियोजन अथवा अपक्षरण उतनी ही शीघ्रता से होता है। सन्धियों के अनुरूप वियोजन होने से उच्छृंग अस्तित्व में आ जाते हैं।)

(३) बालुकाश्म भूदृश्य के लक्षण तथा उदाहरण

जब बालुकाश्म के स्तर भ्रंजित नहीं होते हैं, तब वे पठार, पर्वतश्रेणी अथवा टीले का निर्माण करते हैं। बालुकाश्म रन्ध्री शिला है, अतएव उसकी रचनाओं में पृष्ठ

प्रवाह नहीं होता। फलस्वरूप उसमें लम्बवत् अथवा खड़े ढाल (उच्छृंग) पाये जाते हैं, जिनके पत्थर की भाँति नतीदर ढाल नहीं। ऐसे क्षेत्रों में जिनमें अपक्षरण अधिक



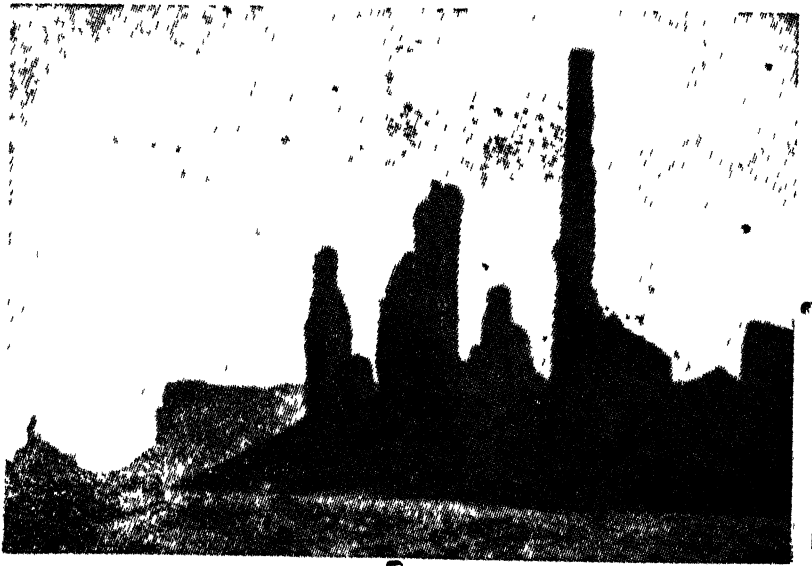
चित्र १५—बालुकाश्म के अवशिष्ट ढीले

होता है, नोकदार ढीले, जिनकी तुलना कास्ट प्रदेश के लैपोज से की जा सकती है, पाये जाते हैं। सन्धियों के कारण नदी-घाटियों के पार्श्व प्रपाती होते हैं।

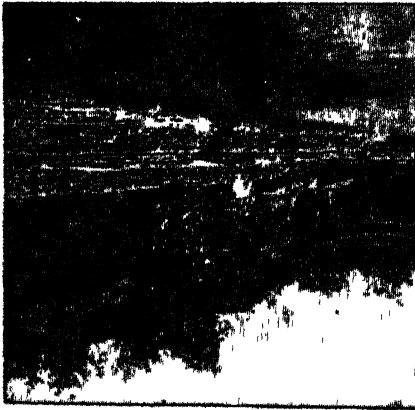
मरुस्थलीय प्रदेशों में लम्बवत् सन्धियों के अनुरूप सिकता-अभिधमन (Sand blasting) होने से, अवशिष्ट स्तम्भ बन जाते हैं।

बालुकाश्म (Sandstone) के रूपान्तरण से जो शिला बनती है, उसे स्फटिकाश्म (Quartzite) कहते हैं। स्फटिकाश्म बहुत अवरोधी शिला है। जहाँ यह शिला पाई जाती है, वहाँ सन्धियों के अनुरूप वियोजन होने से उच्छृंग पाये जाते हैं। इसके टूटने से आयताकार शिलाखण्ड नीचे तलहटी पर एकत्र होते रहते हैं। इसके ढाल उन्नतीदर होते हैं।

मध्यप्रदेश के विस्तृत क्षेत्र जैसे भूतपूर्व विन्ध्यप्रदेश तथा पूर्वी राजस्थान विन्ध्य युग के बालुकाश्मों से निर्मित हैं। इनमें श्रेणियाँ, पठार तथा उच्छृंग सामान्य हैं। इलाहाबाद से रोवा जाते समय चाकघाट के निकट ऐसा एक उच्छृंग (Escarment) स्पष्ट दीखता है। द० पू० उत्तर प्रदेश (जैसे मिर्जापुर) दक्षिणी बिहार (जैसे राजगिर) तथा आन्ध्र (जैसे नल्लामलाइ श्रेणी) में भी बालुकाश्म का भूदृश्य पाया जाता है। जहाँ बालुकाश्मों के स्तरों के बीच में शैल पायी जाता है, वहाँ उत्तल पाये जाते हैं। शैल में मन्द प्रवक्ष तथा बालुकाश्म में उदग्र प्रवण पाया जाता स्वाभाविक ही है। जहाँ क्षैतिज स्तर पाये जाते हैं और शैल के ऊपर बालुकाश्म पाया जाता है वहाँ शैल के ऊपर बालुकाश्म की टोपी स्तूपगिरि (Butte) के रूप में पायी जाती है।



चित्र ३८० — बालुकाश्म के स्तम्भ



चित्र ३८१ बालुकाश्म के उच्छृंग

परिशिष्टावली ३ .

तड़ितझंझाये (THUNDER-STORMS)

परिभाषा—तड़ित-झंझा स्थानाय तूफान है, जिसमें बिजली की चमक और कड़क होती है।

तड़ित-झंझा की उत्पत्ति के लिये अनुकूल दशायें—तड़ित-झंझा की उत्पत्ति के लिये निम्नलिखित दशाओं को पूर्ति होना आवश्यक है —

(१) ओष्ण, आर्द्र अस्थिर वायु (Warm moist, unstable air)—वायुराशि को आर्द्रता ७५ प्रतिशत से अधिक होनी चाहिये। इसके अतिरिक्त १४° फ० की समताप-रेखा अथवा उससे ऊपर तक ताप परिवर्तन की गति (Lapse Rate) अस्थिर होना चाहिये। यह अस्थिरता जितनी अधिक होगी, तड़ितझंझा उतनी ही अधिक तीव्र होगी।

(२) द्रवीभवन के समतल (मेघ के आधार) और हिमकरण के समतल (Iceing Level) के मध्य में मेघों की माटाई काफी हानी चाहिये। सामान्यतः यह मोटाई १०,००० फुट से अधिक होनी चाहिये। यह माटाई जितनी अधिक हागी, सवाहन की क्रिया उतनी ही तीव्र होगी।

(३) किसी समतल पर वायु को अस्थिर बनाने के लिये कोई अभिकर्ता।

वृष्टि—तड़ितझंझा में चक्रवात की अपेक्षा वर्षा अधिक प्रबल (Vigorous) होती है, किन्तु उसकी अवधि अपेक्षाकृत कम होती है। यहाँ कारण है, कि लॉग तड़ितझंझा से सम्बन्धित वर्षा को तड़ित-बौछार (Thundershower) कहते हैं, तड़ित-वृष्टि (Thunder Rain) नहीं। कभी २ तड़ित-झंझाओं में ओलों की वर्षा हाना है।

बिजली की चमक तथा कड़क (Lightning and Thunder)—बिजली की चमक तथा कड़क तड़ित-झंझा के अनिवार्य अंग हैं। बिजली का चमक बड़ा बूदों के टूटने से उत्पन्न होता है। जब झंझा की बूदें बढ़ते-बढ़ते ४ मिलीमीटर की ढा जाते हैं, तब उनके मलाग (cohesion) की चमक मीमा आ जाती है और वे टूटन लगता है। टूटने के पहले बूदों में धन तथा ऋण विद्युत प्रभार (Positive and Negative charges of Electricity) समान मात्रा में होते हैं। बूदों के टूटने के उपरान्त उनके धन तथा ऋण प्रभार मेघ-राशि के विशेष भागों में सकेन्द्रित हो जाते हैं। इस प्रकार मेघ तथा पृथ्वी के मध्य में तथा मेघ के ही भिन्न भागों में विद्युत विभव (Electric Potential) के अन्तर उत्पन्न हो जाते हैं। जब इस अन्तर की मात्रा बहुत अधिक हो जाती है, तब विद्युत विसर्जन (Electric Discharge) होता है। जब विद्युत विसर्जन होता है, तभी बिजली की चमक होती है। विद्युत विसर्जन मेघ के विभिन्न भागों के बीच में अधिक (६५% से अधिक) होता है। मेघ और पृथ्वी के बीच में कम। तड़ित द्वारा उत्पन्न ताप की विशाल राशि से वायु अकस्मात् प्रचण्ड रूप से (Violently) फैलती है और उसमें प्रस्फोट होता है, जिसमें कड़क (Thunder) होती है।

तड़ित-झझाओ का वर्गीकरण—तड़ित झझाओ के दो प्रमुख वर्ग किये जा सकते हैं —

(१) वायुराशि की तड़ित झझाये—वायुराशि की तड़ित झझाये उन्हें कहते हैं जो अपेक्षाकृत समाग (Homogenous) वायुराशियों में पाई जाती हैं और जिनका सम्बन्ध अग्रो (Fronts) की क्रिया से नहीं होता।

वायुराशि की तड़ितझझाओ के पुन तीन भेद किये जा सकने हैं—
(क) स्थानीय अथवा तापज तड़ितझझाये (ख) पर्वतीय तड़ित-झझाये तथा (ग) अभिवहन (Advection) की तड़ित-झझाये।

(क) स्थानीय अथवा तापज तड़ित-झझाये—सौर-विकिरण द्वारा धरतल के गर्म होने से उत्पन्न होती हैं। अतएव, ये पृथ्वी के उष्ण भागों में, वर्ष की उष्ण ऋतुओं में तथा दिन के उष्ण भाग में सबसे अधिक आती हैं। डोलड्रम की तड़ित झझाये इसी कोटि की हैं।

(ख) पर्वतीय तड़ित-झझाये—पर्वतों के कारण अस्थिर वायुराशि के ऊपर उठने से आती हैं। अतएव, ये पर्वतीय क्षेत्र में अधिक आती हैं।

(ग) अभिवहन की तड़ित-झझाये—निचले समतल पर उष्ण वायु के अभिवहन (Advection) से अथवा ऊँचे समतल पर शीतल वायु के अभिवहन में उत्पन्न होती हैं। दोनों ही दशाओं में (Lap-o Rate) बढ़ जाता है, जिनसे प्रबल मवाहन अस्तित्व में आ जाता है। संयुक्त राज्य अमरीका के बड़े मैदान (Great Plains) में रात में आनेवाली तड़ित-झझाये, ३००० और ६००० फुट के समतलों के मध्य में उष्ण वायु के अभिवहन के कारण आती हैं।

(२) अग्रों (Fronts) की तड़ित झझायें—अग्रों की तड़ित-झझाये, जैसे कि इनके नाम से विदित होता है, वे तड़ित-झझाये हैं, जिनका सम्बन्ध वायुराशियों के मध्य में स्थित सीमावर्ती पृष्ठों (Boundary surfaces) से होता है।

अग्रों की तड़ित-झझाओं के पुनः दो भेद किये जा सकते हैं—(क) शीतल अग्र की तड़ित-झझाये तथा (ख) उष्ण अग्र की तड़ित-झझाये।

(क) शीतल अग्र की तड़ित-झझाये—उन तड़ित झझाओ को कहते हैं जो शीतल अग्र से सम्बन्धित क्रिया का प्रत्यक्ष फल होती हैं।

शीतल अग्र से दो-तीन सौ मील आगे विकसित होनेवाली तड़ित-झझाओ को हम पूर्वीय तड़ित झझा (Pre-Frontal Thunderstorm) कहते हैं।

(ख) उष्ण अग्र की तड़ित-झझायें—उन तड़ित झझाओ को कहते हैं जो उष्ण अग्र से सम्बन्धित होती हैं। ये तड़ित-झझाये उतनी सामान्य नहीं होती, जितनी शीतल अग्र की तड़ित-झझायें।

तड़ित झझाओ का वितरण—विषुवतीय प्रदेशों में तड़ित-झझाओ के दिवसों की संख्या (अधिकतर ७५ से १५०, २०० से अधिक बहुत कम) सबसे अधिक है। ध्रुवों की ओर यह संख्या घटती जाती है। यह स्वाभाविक ही है, क्योंकि प्रबल सवाहन के प्रादुर्भाव के लिये उच्च तापमान आवश्यक है। विषुवत रेखा से ध्रुवों की दिशा में तड़ित-झझाओ के दिवसों की संख्या का ह्रास क्रमिक नहीं है—उसमें अनेक विभेदन हैं। उदाहरण के लिये उपोष्ण प्रदेशों में जहाँ भूस्थल सकेन्द्रित है यह संख्या ५ से भी कम है। ६०° अथवा ७०° अक्षांश के ऊपर तड़ित-झझायें नगण्य हैं।

परिशिष्ट-प्रश्नावली

(क) 'अवनि' खण्ड

१ शिला की परिभाषा कीजिये। शिलाओ का विस्तृत वर्गीकरण प्रस्तुत कीजिये। शिलाओ के आर्थिक महत्व पर प्रकाश डालिये।

२ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) सन्धि (२) तत्प-तल (३) उपाधोघनित शिला (४) अतिक्षारीय आग्नेय शिला (५) मृत्पमय जलज शिला (६) सपिण्ड (७) रूपान्तरण (८) परि-जलज शिला।

३ भूपर्पटी का वर्गीकरण कीजिये तथा प्रत्येक की व्याख्या कीजिये।

४ भूपर्पटी की ऋतियों से अस्तित्व में आये हुए भूरूपों का सोदाहरण वर्णन कीजिये।

५ यह सिद्ध करने के लिये कि भूतकाल में भूपर्पटी की गतियाँ हुई हैं, आप कौन से प्रमाण प्रस्तुत कर सकते हैं ?

६ निम्नलिखित सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) शायी भजन, (२) प्रच्छद, (३) दरार घाटी, (४) समतल का दोलन, (५) समुद्वर्तन।

७ भूकम्प क्या है? भूकम्प क्यों आते हैं ?

८ भूकम्प के वितरण तथा प्रभाव का वर्णन कीजिये। दक्षिणी भारत की तुलना में उत्तरी भारत में भूकम्प अधिक क्यों आते हैं ?

९ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) भूकम्प की लहरे, (२) अभिकेन्द्र, (३) भूकम्प रेखाएँ, (४) भूकम्प का छाया-प्रवेश, (५) भूकम्प से रक्षा के हेतु पूर्वोपाय, (६) समाघात अभिनवकालीन महत्वपूर्ण भारतीय भूकम्प।

१०. निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत 'ज्वालामुखी की क्रिया' पर एक निबन्ध लिखिये—(१) कारण, (२) सम्बन्धित रूपधेय, (३) वितरण, (४) मानवीय महत्व।

११ ज्वालामुखी भूदृश्य (Volcanic Topography) का वर्णन कीजिये।

१२ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) ज्वालामुखीय शकु, (२) गैसर, (३) पंक ज्वालामुखी, (४) वैथीलिय (५) फेंकोलाइट।

१३ ऋतुक्षरण क्या है? उसकी मात्रा किन प्रतिकारकों पर निर्भर है? रितुक्षरण की क्रिया का सुव्यवस्थित विवरण प्रस्तुत कीजिये।

१४ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) भूस्तम्भ, (२) संपात, (३) अपपर्णन, (४) विसैकतीकरण।

१५. नदी के जीवन की तीनों अवस्थाओं का वर्णन कीजिये।

१६. नदी की क्रिया से सम्बन्धित भूरूपों की विवेचना कीजिये।

१७ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) नदी पथ का अनुक्रमण, (२) नदी अपहरण, (३) कैनियन, (४) पूर-तट, (५) प्रवर्धित, प्रवाह मोड़ (६) कञारो व्यजन, (७) नदी के उत्तल, (८) जल प्रपात, (९) डेल्टा, (१०) एस्चुअरी।

१८ प्रमुख प्रवाह-व्यवस्थाओं का सचित्र वर्णन कीजिये।

१९ हिमनदी क्या है? उसकी उत्पत्ति तथा सरचना के विषय में आप क्या जानते हैं?

२० हिमनदियों का वर्गीकरण कीजिये तथा प्रत्येक की सोदाहरण व्याख्या कीजिये।

२१ निम्नलिखित शीर्षको के अन्तर्गत हिमनदियों के भौगोलिक कार्य पर एक निबन्ध लिखिये—(१) अपक्षरण, (२) परिवाहन, (३) निक्षेपण।

२२ हिमानीकृत भूदृश्य का सचित्र वर्णन कीजिये।

२३ हिमानी-निक्षेप तथा नदी-हिम्य निक्षेप में क्या अन्तर है? नदी-हिम्य निक्षेपों का सक्षिप्त वर्णन कीजिये।

२४ भारतवर्ष के पूर्वकालीन हिमयुगों पर प्रकाश डालिये।

२५. निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) हिमधाव, (२) हिमविवर तथा हिमपात, (३) सर्क, (४) शीर्षविवर, (५) रोशे माउटोनीज (६) हिमोढ़ (७) ड्रमलिन, (८) एस्कर (९) उत्क्षालित स्थली (१०) हिम नदी के अपक्षरण कानियम।

२६. पवन के भौगोलिक कार्य पर एक निबन्ध लिखिये।

२७. पवन की क्रिया से अस्तित्व में आये हुए भूदृश्य का सचित्र वर्णन कीजिये।

२८ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) उच्छैल (२) उठान, अपघर्षण तथा साधन नाश, (३) बरखन, (४) लॉयस, (५) इनसैलबर्ग।

२९ अपक्षरण, परिवाहन तथा निक्षेपण शीर्षको के अन्तर्गत भूमिगत जल के भौगोलिक कार्य को स्पष्ट कीजिये।

३० निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) जल पटल, (२) पातालतोड़ कुँआ, (३) निझर, (४) अश्मीभूत काष्ठ, (५) निश्चुताश्म, (६) मृदा-प्रवाह।

३१ 'अपक्षरण-चक्र' से आप क्या समझते हैं? भौम्याकारिकी में उसका क्या महत्व है? अपक्षरण-चक्र की बाधाओं को स्पष्ट कीजिये।

३२. डैविस की इस उक्ति की विवेचना कीजिये—'भूदृश्य सरचना, प्रक्रिया एवं प्रावस्था का सयुक्त फल है।'

३३ सामान्य अपक्षरण-चक्र के विकास का विस्तृत वर्णन कीजिये।

३४ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) समतलप्राय (२) नदी का कायाकल्प, (३) मौनैडनोक।

३५. भूरूप के विकास में जलवायु के प्रभाव को स्पष्ट कीजिये।

३६. फास्ट भूदृश्य क्योंकर विकसित होता है? उससे प्रमुख लक्षणों का सचित्र तथा सोदाहरण वर्णन कीजिये।

३७ व्याख्या कीजिये—'चूने के पत्थर के क्षेत्रों की संरचना और वहाँ के जलविज्ञान में घनिष्ठ सम्बन्ध है।'

३८ कास्ट प्रदेश में अपक्षरण-चक्र के विकास का वर्णन कीजिये।

३९ ग्रेनाइट क्या है? भारतीय उदाहरण देते हुए ग्रेनाइट भूदृश्य का वर्णन कीजिये।

४० बालुकाश्म के सन्दर्भ में इस कथन की विवेचना कीजिये कि शिलायें भूदृश्य को प्रभावित एवं निर्धारित करती हैं।

४१ निम्नलिखित शीर्षको के अन्तर्गत 'मैदान', 'पठार' अथवा 'पर्वत' पर एक निबन्ध लिखिये—(१) परिभाषा, (२) उत्पत्ति, (३) वर्गीकरण, (४) मानवीय महत्व।

४२. निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) नील नदी की देन, (२) अन्तर्पर्वतीय पठार, (३) गिरिप्रस्थ, (४) अवशिष्ट पर्वत, (५) कौडिलैरा।

४३ द्वीपों की उत्पत्ति तथा प्रकारों का सोदाहरण वर्णन कीजिये।

४४ झीले कैसे बनती हैं? झीले कितने प्रकार की होती हैं? झीलों के मानवीय महत्व को स्पष्ट कीजिये।

४५ निम्नलिखित पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) वृषभ धनु झील, (२) दरारी झील, (३) क्रेटर झील, (४) प्लेया, (५) भारतीय झीले।

४६ मिट्टियों का वर्गीकरण किन-किन आधारों पर किया जा सकता है? ससारा की मिट्टियों का वर्गीकरण कीजिये।

४७ भारतवर्ष पर विशेष ध्यान देते हुए 'भूमि के अपक्षरण की समस्या' पर एक निबन्ध लिखिये।

४८ भारतवर्ष को भौम्याकारिक इकाइयों में बाँटिये। प्रत्येक का सक्षिप्त वर्णन कीजिये। हिमालय पर्वत की संरचना पर विशेष प्रकाश डालिये।

(ख) उदधि खण्ड

४९ महासागरों के अन्वेषण का सक्षिप्त इतिहास प्रस्तुत कीजिये।

५० महासागरीय अन्वेषण सम्बन्धी विधियों एवं यंत्रों का सक्षिप्त वर्णन कीजिये।

५१ महासागर-जल के निम्नलिखित लक्षणों पर प्रकाश डालिये—(१) क्षेत्रफल (२) गहराई, (३) पृष्ठ की प्रकृति, (४) संरचना, (५) वर्ण, (६) भासा, (७) आलगतत्व।

५२ अन्ध, हिन्द अथवा प्रशान्त महासागर के नितल का विस्तृत वर्णन कीजिये।

५३ सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) उच्चतामितीय वक्र (२) महाद्वीपीय निधाय (३) महासागरीय अथाह।

५४ निम्नलिखित शीर्षको के अन्तर्गत महासागरों के तापक्रम पर एक निबन्ध लिखिये—(१) तापक्रम का क्षैतिज वितरण, (२) तापक्रम का लम्बवत वितरण, (३) तापक्रम के वितरण को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारक।

११ पृथ्वी की उत्पत्ति सम्बन्धी विभिन्न विचारधाराओं की रूपरेखाएँ प्रस्तुत कीजिये। प्रत्येक के गुण-दोष भी इंगित कीजिये।

१२ पृथ्वी की आयु निर्धारित करने की विभिन्न विधियों को स्पष्ट कीजिये। प्रत्येक प्रणाली के गुण-दोष भी बतलाइये।

१३ पृथ्वी की आन्तरिक रचना पर एक निबन्ध लिखिये। भूकम्प की लहरें पृथ्वी की आन्तरिक रचना पर क्या प्रकाश डालती हैं ?

१४ महाद्वीपों और महासागरों की उत्पत्ति सम्बन्धी उपकल्पनाओं का सक्षिप्त परिचय दीजिये।

१५ क्या महाद्वीप और महासागर स्थायी हैं ? अपने उत्तर के समर्थन में प्रमाण प्रस्तुत कीजिये।

१६ निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत महाद्वीपीय प्रवाह पर एक निबन्ध लिखिये—(१) सिद्धान्त के विकास का कारण, (२) सिद्धान्त की रूपरेखा, (३) सिद्धान्त के पक्ष तथा विपक्ष में प्रमाण।

१७ भूसन्तोल के सिद्धान्त के विकास का मुख्यस्थित विवरण प्रस्तुत कीजिये। भारतवर्ष की भूसन्तोल सम्बन्धी दशाओं पर प्रकाश डालिये।

१८ सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) क्षतिपूर्ति का समतल, (२) भ्वाकृष्टि की विचालिता, (३) भूसन्तोल के सम्बन्ध में हेफोर्ड, जौली तथा एरी की धारणाएँ।

१९ पर्वतों के निर्माण को स्पष्ट करने के लिये प्रस्तुत किये गये सिद्धान्तों के नाम बतलाइये। किसी एक सिद्धान्त की विस्तृत विवेचना कीजिये।

१००. हिमालय पर्वत के सन्दर्भ में इस कथन की व्याख्या कीजिये—'पर्वत भूद्रोणियों में विकसित हुए हैं।'

१०१ निम्नलिखित सिद्धान्तों में से किसी एक का सचित्र विवरण प्रस्तुत कीजिये तथा उसके गुण-दोष इंगित कीजिये—

(१) तापीय सकोचन का सिद्धान्त

(२) भूद्रोणी विषयक उपकल्पना

(३) होम्स का सवाहन की धाराओं का सिद्धान्त।

१०२ पूर्वकालीन हिमयुगों के कारणों को स्पष्ट कीजिये।

१०३ अटोल कैसे बन जाते हैं ?

१०४ शीतोष्ण चक्रवात की तुलना उष्णप्रदेशीय चक्रवात से कीजिये। प्रत्येक की उत्पत्ति को भी स्पष्ट कीजिये।

१०५ ज्वार-भाटा विषयक प्रमुख सिद्धान्तों का सचित्र वर्णन कीजिये।

१०६ भूद्रोणियों पर एक सक्षिप्त निबन्ध लिखिये।

१०७ इस कथन की व्याख्या कीजिये—'भूद्रोणी की अवधारणा का श्रेय हाल तथा डाना नामक विद्वानों को है, किन्तु इस सिद्धान्त का विकास वास्तव में हाग ने किया है।'

१०८—सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—(१) भूद्रोणियों का वर्गीकरण, (२) कोबर का भूद्रोणीय गिरि-निर्माण का सिद्धान्त, (३) अबसादन की अधोगति।

परिशिष्ट ५

मरुस्थलीय क्षेत्रों में अपक्षरण-चक्र

(The Cycle of Erosion in Arid Regions)

मरुस्थलो में वायु तथा जल के प्रभाव के आपेक्षिक महत्व के विषय में विवाद है। हम जानते हैं कि भूतकाल में जलवायु के महान विभेदन हुए हैं। मरुस्थलो में पाई जानेवाली बड़ी आकार की वादिया तथा विस्तृत झील-निक्षेप निश्चय ही वर्तमानकालीन उष्ण दशाओं में नहीं बन सकते थे। वायु आर्द्र भूमि का अपक्षरण करने में असमर्थ होती है, अतएव मरुस्थलीय अपक्षरण-चक्र का आधार-तल (Base Level) जल-पटल (Water table) होना है।

मरुस्थलीय अपक्षरण-चक्र की विभिन्न प्रावस्थाओं का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया जा रहा है —

युवावस्था—विषय के मरुल प्रतिपादन के लिये हम ऐसा आरंभिक भूरूप ले ले रहे हैं, जिसमें भूपर्पटी की गतियों से बने उभार और गड्ढे हैं। युवावस्था में प्रत्येक बेसिन अपने निकटवर्ती बेसिन से पृथक होगा। उच्चस्थलो में छोटी, अस्थायी तथा सविराम नदियाँ विकसित होंगी, जो कालांतर में वादियों और कैनियनों का रूप ग्रहण कर लेंगी। शिला-क्षेप (Rock waste) मागर तक नहीं पहुँचता, वरन वह व्यजनो (Fans) का निर्माण करता है तथा निम्नना में फैलता जाता है, जिससे वे रेतीले मैदानों में परिणत होते चले जाते हैं। युवावस्था में विषमताये महत्तम होती हैं तथा जलोत्सारण के बेसिनो की बहुलता होती है, जो स्थानीय आधार-तल (Local Base Level) को प्रदर्शित करते हैं। उच्च-स्थलो की चोटियाँ शुष्क ऋतुक्षरण से क्रमशः नीची होती चली जाती हैं।

प्रीढावस्था—मरुस्थलों में वर्षा के सीमित होने के कारण युवावस्था से प्रीढावस्था का परिवर्तन अत्यन्त मन्द वेग से होता है। पर्वतीय अग्र (Mountain fronts) अपक्षरण द्वारा पीछे की ओर कटते जाते हैं, विभाजक (Divides) सकरे होते जाते हैं तथा मध्यान्तरीय बेसिन निक्षेपण के कारण चौड़े और ऊँचे होते जाते हैं। नदियों के कछार और पर्वतीय अग्र के मध्य में सकरे शैल-अपक्षरित मैदान होते हैं, जिन्हें पैडिमेंट्स (Pediments) कहते हैं। कछारी व्यजन परस्पर मिलकर मैदानों का निर्माण करते हैं, जिन्हें वजादा (Bajada) कहते हैं। कभी-कभी कछारी व्यजनो के मिल जाने से छोटे बेसिन भी बन जाते हैं। हम अपने पूर्व ज्ञान से यह जानते हैं कि आर्द्र अपक्षरण के क्षेत्रों में प्रीढावस्था में विषमताये अधिकतम होती हैं। इसके विपरीत मरुस्थलीय प्रदेश में प्रीढावस्था की विशेषता विषमताओं का घट जाना है।

वृद्धावस्था—वृद्धावस्था में उच्च स्थल घिसकर निचले समतल मैदान में परिणत हो जाता है। समतल के नीचे हो जाने से वर्षा की मात्रा और भी घट जाती है। इस अवस्था में अपक्षरण तथा परिवाहन का प्रमुख साधन वायु होती है। वायु धूलिकणों को मरुस्थल के बाहर तक परिवाहित करती है जिससे मरुस्थल का धरातल नीचा होता है तथा विस्तार बढ़ता है। वृद्धावस्था की प्रमुख विशेषता विस्तृत रेतीला मैदान है, जिसमें बालुका-कूट (Sand dunes) तथा प्रपाती प्रवण वाले टीले, जिन्हें इन्मैलेवर्ग (In-

selberg) कहते हैं, पाये जाते हैं। इन्सैलबर्ग की व्याख्या पृष्ठ ९६ में की गई है। इनकी तुलना मौनडनोक (पृ० १०९) से की जा सकती है। ऋतुक्षरण के अवरोध के कारण ये अवशिष्ट रह जाते हैं।

लौयस क्षेत्र में अपक्षरण चक्र

(Cycle of erosion in a Loess Region)

गुहावस्था—लौयस पठारों के उच्चस्थित समतल धरातलों में प्रायः प्राकृतिक क्युअथवा गड्ढे पाये जाते हैं। ये गड्ढे बहुधा जलदरिया (Ravines) अथवा कैनियनों की प्रधि (Rims) के निकट पाये जाते हैं। इन गड्ढों का निर्माण रामायनिक प्रक्रियाओं (जैसे घोल) से नहीं होता। नीचे के पदार्थ के हट जाने से धरातल की मिट्टी नीचे धँस जाती है, जिससे ये अस्तित्व में आ जाते हैं। इन गड्ढों के बीच में स्थित नालियाँ आकार में बढ़ते-बढ़ते कभी-कभी प्राकृतिक संतुओं (Natural Bridges) का रूप ग्रहण कर लेती हैं।

प्रौढावस्था—ये नालियों की बहुलता से बैडलैण्ड भूदृश्य (Badland Landscape) अस्तित्व में आ जाता है। जल की क्रिया से निर्मित 'बैडलैण्ड' में घाटियाँ V आकृति की होती हैं, किन्तु इस दशा में घाटियों के पार्श्व लम्बवत् होते हैं। ये घाटियाँ आवागमन की दृष्टि से सुविधाजनक होती हैं, अतएव प्राकृतिक पथों का कार्य करती हैं।

वृद्धावस्था—ये लौयस क्षेत्र घाटियों द्वारा पृथक नुकीले टीलों के प्रदेश में परिणत हो जाता है।

परिशिष्ट ६

परीक्षाओं में पूछे गये प्रश्न

(क) आगरा विश्वविद्यालय की बी० ए० तथा बी० एस-सी० परीक्षा के प्रश्न

१९६०

१. आग्नेय शिलाओं का वर्गीकरण कीजिये तथा उनके प्रमुख लक्षणों को स्पष्ट कीजिये। वे मानव के किन उपयोगों में आती हैं ?

२. ज्वालामुखी की क्रिया के विभिन्न रूपों की सक्षिप्त व्याख्या कीजिये और उनसे सम्बन्धित भूआकारों का वर्णन कीजिये।

४. 'अपक्षरण-चक्र' से क्या तात्पर्य है ? 'सामान्य अपक्षरण-चक्र' की प्रक्रिया की सक्षिप्त विवेचना कीजिये।

५. 'विभगन' से क्या तात्पर्य है ? विभगन कब होता है ? विभगों के कुछ प्रमुख प्रकारों का विवरण कीजिये।

६. स्थानीय हवायें क्या हैं ? निश्चित उदाहरण देते हुए उनकी उत्पत्ति की रीति तथा स्थानीय मौसम पर उनके प्रभाव को स्पष्ट कीजिये।

७. उष्णप्रदेशीय चक्रवात क्या है ? वे कैसे उत्पन्न होते हैं ? उनका भौगोलिक वितरण दीजिये।

८. ज्वार-भाटा की उत्पत्ति को चित्रों की सहायता से स्पष्टतः समझाइये।

९. प्रवाली रचनायें तथा द्वीप क्या हैं ? उनके विकास तथा वर्तमान भौगोलिक वितरण को स्पष्ट कीजिये।

१०. निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये —

- | | | |
|----------------------|------------------|-----------------|
| (क) उच्चतामितीय वक्र | (ख) रिया तट | (ग) प्रवाह-मोड़ |
| (घ) पैगोइया | (ङ) फौरल का नियम | (च) निक्षेप |

१९५९

१. झीले क्या हैं ? वे कैसे निर्मित होती हैं ? विभिन्न प्रकार की झीलों का विवरण दीजिये तथा मनुष्य के लिये उनकी उपयोगिता बतलाइये।

२. भूमिगत जल के अपक्षरण एवं निक्षेपण के कार्य का वर्णन कीजिये।

३. 'भूद्रोणियों में से ही पर्वतों का जन्म हुआ है' इस कथन पर उदाहरण सहित टिप्पणी लिखिये।

४. अपक्षरण, परिवहन तथा निक्षेपण के अभिकर्ता के रूप में पवन के कार्य की व्याख्या लिखिये।

५. भूकम्प पर एक भौगोलिक निबन्ध लिखिये।

६. नदी के मथ की विभिन्न प्रावस्थाओं में उसके कार्य का वर्णन कीजिये।

७. सागर-नितल के निक्षेपों का वर्णन कीजिये।

८ समुद्री धाराओं को उत्पत्ति के कारणों को व्याख्या कीजिये तथा हिन्द महासागर की धाराओं का विवरण दीजिये।

९ पृथ्वी पर सनातन हवाओं की व्यवस्था का विवरण दीजिये और बतलाइये कि वायु-भार की पेटियों का उनके ऊपर क्या प्रभाव पडा है ?

१० भूपृष्ठ पर सौर्यातपन के वितरण की व्याख्या कीजिये।

११ निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखिये —

- (क) नदी अपहरण (ख) तापान्तर (ग) प्रति चक्रवात (घ) फियड
(ङ) रासायनिक ऋतु क्षरण।

१९५८

१ ज्वालामुखी की क्रिया के कारणों की विवेचना कीजिये तथा यह बतलाइये कि ज्वालामुखी के उद्गमन के समय कौन कौन से पदार्थ बाहर निकलते हैं।

२ पृथ्वी की आन्तरिक रचना का व्याख्यात्मक विवरण दीजिये।

३ 'भूमन्तोल' क्या है ? इसके सिद्धान्त एवं उपयोग को स्पष्ट कीजिये।

४ मैदानों की उत्पत्ति तथा उनके विभिन्न प्रकारों की विवेचना कीजिये।

५ निम्नलिखित में से किसी एक भूदृश्य का भौगोलिक विवरण दीजिये —

- (क) हिमनदी द्वारा प्रभावित प्रदेश (ख) समुद्रनदीय भू-दृश्य।

६ निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखिये —

- (क) आश्चुताश्म तथा निश्चुताश्म, (ख) पातालतोड कुआ, (ग) पूर्व-गामी नदियाँ, (घ) नदी के उत्तल।

७ धाराओं की उत्पत्ति के कारणों की व्याख्या कीजिये तथा उनकी आर्थिक महत्ता बतलाइये।

८ महासागरों के पृष्ठ के तापक्रम के वितरण का सकारण भौगोलिक वृत्तान्त लिखिये।

९ उष्ण कटिबन्ध और शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवातों का अन्तर इन शीर्षकों के अन्तर्गत स्पष्ट कीजिये —

- (क) उत्पत्ति, (ख) समभार रेखायें, (ग) वर्षा तथा पवन।

१० पृथ्वी पर तापक्रम के क्षैतिज वितरण को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारकों की सचित्र व्याख्या कीजिये।

१९५७

१. 'हिमनदी और उसके कार्य' पर भौगोलिक निबन्ध लिखिये।

२ भूकम्प क्या है ? भूकम्प के कारणों की विवेचना कीजिये।

३ अपक्षरण, परिवाहन तथा निक्षेपण के अभिकर्ता के रूप में पवन के कार्य का सचित्र विवरण दीजिये।

४ पृथ्वी की उत्पत्ति सम्बन्धी प्रमुख विचार-धाराओं को स्पष्ट कीजिये तथा उनकी आलोचनात्मक परीक्षा कीजिये।

५ शीलों कैसे बनती हैं ? विभिन्न प्रकार की शीलों का विवरण दीजिये तथा उनके आर्थिक महत्व को स्पष्ट कीजिये।

६ अपक्षरण-चक्र पर एक विस्तृत भौगोलिक लेख लिखिये ।

७ अटलांटिक महासागर की धाराओं का वर्णन कीजिये तथा उत्तर अटलांटिक ड्रिफ्ट के आर्थिक महत्व को स्पष्ट कीजिये ।

८ प्रवाल क्या है? मसार मे उसके विकास तथा वितरण की भौगोलिक दशाओं का वर्णन कीजिये ।

९ शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवात की उत्पत्ति तथा प्रकृति का व्याख्यात्मक विवरण दीजिये ।

१०. विषुवतीय वर्षा के कारणों को स्पष्ट कीजिये तथा उसके मौसमी वितरण का वर्णन कीजिये ।

१९५६

१ उष्ण मरुस्थलीय प्रदेश के लाक्षणिक भूमितीय रूपधेयों की उपस्थिति तथा निर्माण को स्पष्ट कीजिये तथा उनका वर्णन कीजिये ।

२ परिचित उदाहरण देते हुए पर्वतों के प्रमुख प्रकारों के नाम बतलाइये । प्रत्येक के निर्माण को आप यथाशक्ति स्पष्ट कीजिये ।

३ 'तेजोद्गरण तथा भूपट्टा को गतियाँ' शीर्षक एक निबन्ध लिखिये ।

अथवा

महासागरों एवं महाद्वीपों के वितरण को स्पष्ट कीजिये ।

४ 'विनाश, परिवाहन तथा निक्षेपण करना वर्षा एवं नदी का कार्य है' सावधानीपूर्वक तथा सुव्यवस्थित ढंग से नदी के कार्य को शीर्ष से मुहाने तक स्पष्ट कीजिये ।

५. आर्गन्य, जलज तथा रूपान्तरित शिलाओं के प्रदेशों में क्या अन्तर पाये जाते हैं ?

६ निम्नलिखित में से किन्हीं चार पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये —

(क) ग्यास टट (ख) नदी अपहरण (ग) भूद्रोणी, (घ) विदर-प्रवाह,
(ङ) तृतीयक युग, (च) पातालतोड कुआँ ।

७ उष्णप्रदेशीय चक्रवात की उत्पत्ति तथा लक्षणों का वर्णन कीजिये ।

८ 'भूमध्यसागरिय प्रदेश उष्ण एवं शीतोष्ण कटिबन्धों के अन्तर्वर्ती हैं' स्पष्ट कीजिये वे किस प्रकार अन्तर्वर्ती हैं ?

९ विषुवतरेखा के दक्षिण की धाराओं का सचित्र एवं पूर्ण विवरण दीजिये । निकटवर्ती स्थलखण्डों के जलवायु पर उनके प्रभाव को स्पष्ट कीजिये ।

अथवा

महासागरों तथा सागरों में कौन से निक्षेप एकत्र हो रहे हैं? ६०० फुट के नीचे के निक्षेपों को उत्पत्ति एवं प्रकारों का वर्णन कीजिये ।

१० निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये —

(क) जल राशियाँ, (ख) समय और ज्वार, (ग) एशिया अथवा यूरोप को दो स्थानीय हवायें (घ) शीतल अन्न ।

१९५५

१ भूद्रोणी क्या है? 'भूद्रोणी की उत्पत्ति तथा उसका भरा जाना उसी स्थिति पर भजित पर्वत श्रेणी की रचना का पूर्व संकेत है' विवेचना कीजिये।

२ समुद्रवर्तन से आप क्या समझते हैं? अभिनवकालीन आसाम तथा जापान के भूकम्पो पर विशेष ध्यान देते हुए भूकम्प द्वारा प्रस्तुत वृत्त (स्थलीय तथा महासागरीय) का पूर्ण एवं युक्तियुक्त विवरण दीजिये।

३ विभिन्न प्रकार की शिलाओ का वर्गीकरण कीजिये। आप प्रत्येक को कैसे पहचानेंगे? आग्नेय शिलाओ के आर्थिक महत्व पर प्रकाश डालिये।

४. ऋतुक्षरण क्या है? कास्ट अथवा मरुस्थलीय प्रदेश में ऋतुक्षरण द्वारा कौन से लाक्षणिक भूरूप उत्पन्न होते हैं?

५ महाद्वीपो के प्रवाह से क्या तात्पर्य है? वैजेनर ने अपने मिद्धान्त की पुष्टि के लिये कौन से प्रमाण एकत्र किये थे?

६ निम्नलिखित में से किसी एक पर टिप्पणी लिखिये —

- (क) झील की प्रकारे, (ख) हरित-गृह (Green house) का प्रभाव
(ग) तापक्रम का उत्क्रमण, (घ) नदी अपहरण, (ङ) मर्क (च) तेजो-द्वार तत्व।

७ 'बदली वाले दिन धूपदार दिनों की तुलना में ठण्डे होते हैं, मरुतु बदली-वाली रातें चाँदनी रातों की अपेक्षा उष्ण होती हैं' इस कथन के तथ्य का आप कैसे सिद्ध करेंगे।

८. सूर्यतपन क्या है? आगन्तुक सौर विकिरण तथा बाहर जानेवाले अगतलीय विकिरण को वायुमण्डल क्या करता है? भूपृष्ठ पर सौरतपन के वितरण को स्पष्ट कीजिये।

९ प्रवाली रचनाये तथा द्वीप क्या हैं? वे किन भौगोलिक दशाओ के अन्तर्गत निर्मित होते हैं? उनका समार में वितरण दीजिये तथा उनके महत्व की विवेचना कीजिये।

१०. महासागरो में लवण की उत्पत्ति को स्पष्ट कीजिये और मागर पृष्ठ पर लवणता के विभेदनों का कारण बतलाइये।

१९५४

१ भूसन्तोल के मिद्धान्त को तथा उसमें सम्बन्धित भूद्रोणीय निक्षेपण तथा पर्वतों के उन्मज्जन को स्पष्ट कीजिये।

२ मैदानों के निर्माण की विवेचना कीजिये। उनके विभिन्न प्रकारों के नाम बतलाइये तथा उनके उपयोग लिखिये।

३. स्पष्ट कीजिये शिलायें भूदृश्य को कैसे प्रभावित करती हैं। अपन उत्तर को ग्रेनाइट अथवा चूने के पत्थर से सम्बन्धित भूदृश्य के उदाहरण द्वारा पुष्ट कीजिये।

४ हिमनदी अथवा नदी-हिमय अपक्षरण से सम्बन्धित भूरूपों का कुछ विस्तार से वर्णन कीजिये।

५. ज्वालामुखी की क्रिया से सम्बन्धित भूरूपों का सोदाहरण वर्णन कीजिये।

६. निम्नलिखित में से किन्हीं ३ पर सक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये —
(क) धूल का भूत, (ख) तट-रेखाओं की प्रकारे, (ग) निर्झर (घ) नदी-अपहरण (ङ) प्रवण्णी रचनाये।

७ किन्हीं ऐसे दो आशिक समावृत सागरो में जिनके लक्षण असमान हो जल की तापीय मरचना की परीक्षा कीजिये।

९ ऋतुओं का कारण पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करना है' इस कथन में क्या दोष है, इंगित कीजिये। शीतोष्ण कटिबन्ध में ऋतुओं के कारणों को पूर्णतः स्पष्ट कीजिये।

१०. समार के अधिकांश उष्ण मरुस्थल महाद्वीपों के पश्चिमी किनारों पर उन अक्षांशों में स्थित हैं, जहाँ नियमित व्यापारिक हवायें प्रवाहित होती हैं' इस कथन की विवेचना कीजिये। समार के किन और भागों में मरुस्थल पाये जाते हैं ?

१९५३

१ भूपर्पटी की शिलाओं के एक वर्गीकरण को सुझाइयें तथा उनकी उत्पत्ति के ढग का सक्षिप्त वर्णन कीजिये।

२ नदी के जीवन के इतिहास की ३ प्रावस्थाओं के प्रमुख लक्षणों तथा उनसे सम्बन्धित भूरूपों का वर्णन कीजिये।

३ अपक्षरण, परिवहन तथा निक्षेपण के अन्तर्गत हिम नदी के कार्य का वर्णन कीजिये।

४ झील बनने के प्रमुख कारण क्या हैं। विभिन्न प्रकार की झीलों का वर्गीकरण कीजिये तथा उनके आर्थिक महत्व पर प्रकाश डालिये।

५ निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत भूकम्प की विवेचना कीजिये—(क) कारण (ख) भूकम्प की लहरों की प्रकृति (ग) वितरण।

६ निम्नलिखित में से किन्हीं ४ पर टिप्पणियाँ लिखिये—(क) अटोल (ख) बरखन (ग) गेसर (घ) प्रच्छद (ङ) पक ज्वालामुखी (च) रिया तट।

७. पश्चिमी यूरोपीय प्रकार की जलवायु के प्रमुख लक्षण बतलाइयें। वह मैण्टलरिन्म प्रकार की जलवायु से किस प्रकार भिन्न है ?

८ चक्रवात के विकास की विभिन्न प्रावस्थाओं का वर्णन कीजिये तथा उष्ण प्रदेशीय एवं शीतोष्ण प्रदेशीय चक्रवातों के सामान्य पथों की विवेचना कीजिये।

९ निम्नलिखित में से किन्हीं ३ की विवेचना कीजिये—(क) सूर्यातपन (ख) प्रति-चक्रवात (ग) जल तुण्ड (घ) महाद्वीपीय निधाय (ङ) महासागरीय अथाह।

१० समुद्री धाराओं के प्रमुख कारण क्या हैं ? उनके महत्वपूर्ण प्रभावों पर प्रकाश डालिये तथा प्रशान्त महासागर की प्रमुख धाराओं का वर्णन कीजिये।

१९५२

१ पृथ्वी की रचना का सक्षिप्त चित्राकन कीजिये। पृथ्वी के आन्तरिक भाग के ज्ञान के लिये भूकम्पलेख किस प्रकार सबसे मबल साधन हैं।

२ जलज शिलाओं की उत्पत्ति की रीति तथा प्रमुख लक्षणों का वर्णन

कीजिये। उनकी सामान्य प्रकारो को बतलाइये तथा उनके आर्थिक महत्व पर प्रकाश डालिये।

३ निम्नलिखित शीर्षको के अन्तर्गत ज्वालामुखी की क्रिया का वर्णन कीजिये—(क) कारण (ख) सम्बन्धित भूरूप तथा (ग) वितरण।

४ प्रातिनूतन हिमयुग से आप क्या समझते हैं? यूरोप तथा उत्तरी अमरीका में उसके कुछ प्रमुख भौम्याकारिकीय प्रभावो पर प्रकाश डालिये।

५ अपक्षरण, परिवाहन तथा निक्षेपण के अन्तर्गत भूमिगत जल के कार्य की विवेचना कीजिये।

६ निम्नलिखित में से किन्हीं चार पर टिप्पणियाँ लिखिये—(क) सर्क (ख) (ख) रोशे माउटोनीज (ग) अध्यारोपित प्रवाह (घ) लौयम (ङ) ऋतुक्षरण (च) भूद्रोणी।

७ विपुवनीय प्रदेश में वर्षा सवाहन प्रकार की होती है। ऐसा क्यों है? स्पष्ट कीजिये तथा तापक्रम, वायुभार और वर्षा के पारस्परिक सम्बन्ध को लिखिये।

८ निम्नलिखित में से किन्हीं ३ की विवेचना कीजिये—(क) फॉन वायु (ख) तापक्रम का उत्क्रमण (ग) आर्द्रता (घ) मौसमी हवाये (ङ) मेघ।

९ 'समुद्र का पानी सदैव नमकीन होता है किन्तु उमका स्वारापन सत्र एक सा नहीं होता' महासागरो, आशिक समावृत सागरो तथा दशान्तरीय सागरो और झीलो का उदाहरण देते हुए इस कथन को स्पष्ट कीजिये।

१० ड्रिफ्ट, धारा तथा स्ट्रीम को स्पष्ट कीजिये तथा अन्य महामागर की प्रमुख धाराओ का वर्णन कीजिये।

१९५१

१ भूपर्पटी की गतियो के प्रमुख प्रकारो तथा धरानल पर उनसे निर्मित भूरूपो का वर्णन कीजिये।

२ हिमनदी से प्रभावित क्षेत्र का साँचत्र विवरण लिखिये।

३ भूपृष्ठ पर तापक्रम तथा सीर्यापन के वितरण की विवेचना कीजिये इस वितरण को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारको को स्पष्ट कीजिये।

अथवा

शीतोष्ण कटिबन्ध के चक्रवातो की उत्पत्ति को स्पष्ट कीजिये। वे उष्णप्रदेशीय चक्रवातो से किस प्रकार भिन्न होते हैं? मौसम पर उनके प्रभाव की विवेचना कीजिये।

४ मैदानो के निर्माण की विवेचना कीजिये। उनकी विभिन्न प्रकारो का वर्णन कीजिये तथा उनके उपयोग बतलाइये।

अथवा

डैविस द्वारा विकसित भौगोलिक चक्र के विचार का विवेचना कीजिये। नदी-घाटियो के निर्बचन में यह विचार कहा तक उपयोगी है?

५. निम्नलिखित में से किन्हीं तीन की विवेचना कीजिये—(क) समुद्री धाराये (ख) प्रवाली रचनाये (ग) झीले (घ) मरुस्थलीय भूदृश्य (ङ) पृथ्वी की रचना।

१९५०

- १ महासागरो और महाद्वीपो की उत्पत्ति को स्पष्ट कीजिये।
- २ समतलन के अभिकर्ता के रूपों में लहरों के कार्य का वर्णन कीजिये।
३. भूपृष्ठ पर आर्द्रता तथा वृष्टि के वितरण एवं ऋतुवत विभेदन की विवेचना कीजिये।

अथवा

भूमध्यसागरीय जलवायु का विस्तृत वर्णन कीजिये।

४ पर्वत क्या हैं? वे कैसे बनते हैं? उनकी उत्पत्ति से सम्बन्धित सभी विचार-धाराओं को दीजिये।

५ निम्नलिखित में से किन्हीं तीन पर टिप्पणियाँ लिखिये—(क) कास्टर्न भूदृश्य (ख) भेध (ग) तडित्तज्ञज्ञा (घ) भूसन्तोल (ङ) नदी अपहरण।

१९४९

१. समुद्रवर्तन क्या है? वह भूरूपों को किस प्रकार प्रभावित करता है? उदाहरण दीजिये तथा उनमें सम्बन्धित अति सामान्य भूरूपों को स्पष्ट कीजिये।

२ भूपृष्ठ पर औसत वायुभार के वितरण के तापीय तथा गत्यात्मक नियंत्रण की विवेचना कीजिये।

अथवा

मध्य अक्षांशों में चक्रवातों की उत्पत्ति को स्पष्ट कीजिये। उन क्षेत्रों के मौसम पर उनके प्रभावों की विवेचना कीजिये।

३ अपक्षरण, परिवाहन तथा निक्षेपण के अन्तर्गत हिम नदी के कार्य का वर्णन कीजिये।

४. भूरूपों के विकास में बहते हुए जल के कार्य का कुछ विस्तृत वर्णन कीजिये तथा नदी प्रवाह की विभिन्न प्रावस्थाओं को स्पष्ट कीजिये।

५ निम्नलिखित में से किन्हीं तीन की विवेचना कीजिये—सागर की लवणता, प्रवाली रचनाये, झीलें, भूकम्प तथा मरुस्थलीय भूदृश्य।

१९४८

१. शिलाओं के रूपान्तरण से आप क्या समझते हैं? उदाहरण देते हुए इसकी विभिन्न रीतियों को बतलाइये।

२. कास्टर्न भूदृश्य क्या है? उन प्रक्रियाओं का वर्णन कीजिये जिनसे यह विकसित होता है।

३. मैदानी के निर्माण की विवेचना कीजिये। उनके विभिन्न प्रकारों तथा उपयोगों का वर्णन कीजिये।

४ महाद्वीपीय तथा महासागरीय जलवायु में क्या अन्तर है? इन अन्तरों का कारण बतलाइये।

५. किन्हीं ४ की विवेचना कीजिये—भूकम्प का अभिकेन्द्र, नदीका आधार-तल, रिया तट, अन्त्य हिमोठ, भूपर्पटों की क्रिया से निर्मित घाटी, गेसर।

१९४७

१. समुद्री धाराओं की विभिन्न प्रकारे क्या हैं? वे कैसे उत्पन्न होती हैं?

संसार की प्रमुख उष्ण धाराओं को निर्धारित कीजिये तथा यह बतलाइये कि वे प्रत्येक दशा में निकटवर्ती स्थलखण्ड को कैसे प्रभावित करती हैं।

२. भूपृष्ठ पर सौर्यातपन के वितरण की विवेचना कीजिये। इस वितरण को प्रभावित करनेवाले प्रतिकारकों का वर्णन कीजिये।

३. पश्चिमी यूरोपीय महासागरीय जलवायु का वर्णन कीजिये। उसके प्रमुख तत्वों की विवेचना कीजिये।

४. अपक्षरण, परिवाहन तथा निक्षेपण के अन्तर्गत भूमिगत जल के कार्य का वर्णन कीजिये।

५. 'भूसत्त्व' के सिद्धान्त की विवेचना कीजिये तथा उसके उपयोग को बतलाइये।

(ख) आगरा विश्वविद्यालय की एम० ए० परीक्षा के प्रश्न

1960

1 Summarize and discuss the significance of the main features of the location and structure of the Caledonian, Hercynian and Alpine orogenic areas of any part of the world.

2 By appropriate sketches and diagrams only (description is not necessary) illustrate any five of the following—(a) Tetrahedral distribution of continents and oceans (b) Types of faults (c) types of lava (d) Types of cloud (e) Pangaea (f) Solar system (g) Polar front theory (h) Desert dunes and sand sheets (i) Springs, stalactites and stalagmites (j) Normal cycle of erosion (k) Zones of the earth's interior

3 'A Geosyncline is essentially a result of earth-movements the precursors of the vigorous revolutionary movements that follow at a later date' Discuss

4 Comment critically and briefly on any two of the following.—

(i) Classifying climates is like classifying air-masses, there are too many transitional types giving rise to dissatis faction,

(ii) The crust of the earth sinks with loading and rises with unloading

(iii) Glaciers are large scale natural thermometers

(iv) According to Griggs, 'There is a possible correlation between the successive stages of an orogenic cycle and a convection current cycle'.

5. Write a well-composed essay on any one of the following (a) Metamorphic cycle of rock-change (b) Significance of fossils (c) Phases of mountain-building (d) Lakes and swamps (e)

Earthquakes

6 Account for the topographic features characteristic of the glaciated lowlands, giving appropriate examples

7 In June and December the sun is overhead at the Tropics of Cancer and Capricorn respectively. Explain how this is brought about and show what effect it has on the difference in (a) temperature and (b) length of daylight between summer and winter in India.

8 Define the term 'Relative Humidity'. What effect has the change of air temperature upon the relative humidity of the air? What is dew point temperature?

9. 'The surface of the oceans consists of saline water varying considerably in composition and density, in temperature and in colour, and disturbed by waves, tides and currents'. Comment briefly.

10 Give an account of the nature and origin of the deposits on the different parts of the ocean floor.

1959

1 Discuss the various theories of the origin of the earth and show which is more acceptable.

2 Write an essay on the physical state of the earth's interior.

3 Give a comparative account of the works of wind and water erosion in humid regions.

4 'Landscape is a function of structure, process and stage'. Discuss.

or

What factors make the hydrology and topography of a limestone district distinctly peculiar? Give a concise account of the drainage and topography of such a district.

or

'Land and sea are almost everywhere antipodal'. Discuss.

5 Write notes on any two of the following (i) Law of unequal slopes (ii) Successive cycles of erosion (iii) Isostasy (iv) Terraces (v) Antecedent drainage.

6. Account for the ocean currents of the Southern hemisphere and discuss their influence on the climate of the coastal areas.

7 Write an essay on any one of the following (a) Permanency of ocean basins (b) Hypsographic curves (c) Coral reefs (d) Deep sea deposits.

8 Classify fronts according to the motion of air. How far does this classification help in weather forecasting.

9 'Cloudy days are cooler than clear days, whereas cloudy nights are warmer than clear nights'. How would you justify the truth of this statement.

10. 'A broad division of the earth's surface into zones is necessary as a first step into any systematic study of climates' Discuss this statement dividing the earth into climatic zones

1958

1 'The concept of geosynclines is due to Hall and Dana but the theory of their development is really due to Haug' Elucidate Describe the characteristics and types of geosynclines in details

2 Discuss Holme's convection current theory in detail as an explanation of the forces responsible for mountain building and continental drift

3 'Glaciation is not a rare and unique occurrence but a systematic phenomenon, fully entitled to careful study as one of the surface processes affecting relief' Comment on this with sp ref to the Pleistocene Ice Age

4 Explain the development of shore profiles giving familiar examples of both constructional and destructional forms.

5 Write detailed notes on any three of the following (i) Superimposed drainage (ii) Laccolths and bathyliths (iii) Hanging Valleys and Roches Moutonnées (iv) Zeugen and Yardangs (v) Lappies.

6 What is meant by ocean salinity ? Account for the difference in ocean salinity and describe its effect on ocean currents

7 Explain the origin of Kurosiwo current and its influence on the N W Coast of Canada

8. Discuss the formation of anticyclones and describe the main types

9 Describe fully the inversion of temperature of various types What is the economic significance of the inversion of temperature ?

10 Write notes on any three of the following (a) Mountain and Valley breezes (b) Tornado (c) Equinoctial Tides (d) Oczes

1957

1 Show how the evidence of Seismology has been helpful in determining the constitution of the earth's interior

2 Examine critically the theory of Isostasy. How do the views of Airy differ from Pratt's findings on the concept of compensation

3 Describe the principles governing the accumulation and movement of underground water and the role it plays in the sculpture of terrestrial relief in limestone regions

4 Compare and contrast the tropical cyclones and the depressions of the temperate regions Describe their mode of origin

5. Write notes on (i) Harmattan (ii) Fohn (iii) Sirocco (iv) Bora.

6 Give a reasoned account of the principal types of oceanic deposits and discuss their distribution

7 Write a critical account of the various theories regarding the formation of coral reefs and islands

1956

1 Present a critical analysis of the inter-continental drift theory of Wegener.

2 Describe the nature and causes of vulcanicity and show how the mechanism of vulcanicity is basic to further landscape evolution. Give examples

3 Write notes on any three of the following (i) Fault-line scarps (ii) Antecedent drainage (iii) Glacio-fluvial deposits (iv)

Offshore bars

4 Give an explanatory account of the plant and animal life in the ocean

5 Discuss briefly the composition and distribution of salinity and gases in the waters of the ocean and also mention the particular areas where they exhibit peculiar conditions

6 Write notes on any 3 of the following (i) The heat balance of the atmosphere (ii) Tropical cyclone (iii) Temperature inversions (iv) Thunderstorms

7 Describe the structure and life cycle of extra-tropical cyclones in Polar front theory

1955

1. Examine critically the important theories which have been advanced to explain the origin of the earth

2 'Out of the geosynclines have come the mountains' Elucidate and elaborate

3. Write notes on any one (i) Elastic rebound theory of earth quakes (ii) Isostasy (iii) Longitudinal and transverse coasts (iv) Water-table.

4. What is an air-mass? Suggest a classification of air-masses and mention the air-mass sources of the northern hemisphere in water

5 Summarize the present state of our knowledge of the atmospheric layers and their characteristics

6 Discuss briefly the origin of tides and account for the phenomena of diurnal inequality in tides

7. Give an account of the various views regarding the formation of coral reefs

1954

1 Summarize the various views about the thermal state of the interior of the earth

2. Describe the character and duration of the Quaternary Ice age. What effects did it produce in the extra-glacial areas?

3. Describe the influence of rock strength and structure in the evolution of landscape Give examples

or

Give a detailed description of the geomorphology of any area which you have studied personally

4 Discuss the importance of fronts in the growth and development of cyclones

5 Divide Koeppen's B climate into sub-divisions and describe the characteristic features of each

6 Give an account of the configuration of the bottom of the Atlantic Ocean and locate the important deeps

7 Write notes on (i) Equinoctial tides (ii) Inversion of temperature (iii) Temperature efficiency (iv) Thermal anomaly.

1953

1 'It is the general applicability of the uniformitarianism dictum that gives validity to the concept of geomorphic cycle'. Examine this Statement critically and discuss the value of the cycle concept in the anatomy of landscape.

2 Discuss the relative merits of various theories advanced to explain the fundamental division of the earth's crust into continents and ocean-basins

3 Describe with examples relief features associated with vulcanism

4 What evidence is there of changes of climate in post-Pliocene time? How have these changes been explained?

5. Suggest a classification of thunderstorms and describe the characteristic features of each type you mention

6 Discuss the origin and composition of oceanic salts.

7. Give an account of the nature and origin of deposit on different parts of the ocean floor.

8. Write notes on—

(1) Gravity anomaly,

(3) Kratogenic Movement

(2) Coral islands

(4) Glacial varves

1952

1 Describe fully the conditions that lead to river capture. Discuss the part played by this capture in the development of a river valley.

2 What do you understand by a normal fault? How does it differ from a thrust fault? Discuss fully the conditions that produce the above faults.

3. Discuss fully the structural and meteorological conditions that produce springs Name the parts of India in which springs are common

4 'The soil considered as a rock links common stones with the atmosphere and the dead dust of the earth with the continuity of life'. Discuss.

5. Describe fully the formation of sand dunes. In which part of India are sand dunes common?

6 Discuss fully the vertical distribution of temperature in the atmosphere. How, if at all, does the distribution effect the horizontal distribution of temperature on the surface of the earth?

7 Describe fully an occluded front and the weather associated with it. Give diagram.

8 Describe fully the characteristics of an air-mass. Name the principal air masses that prevail in India.

9 How are tides caused? Discuss the various theories of tides.

1951

1 'Equation of time is necessitated because of the planetary relations of the earth. Discuss the statement fully, and point out how this equation is actually done.

2 Discuss fully the heat budget of the earth. Point out the practical implication of the budget.

3 What do you understand by 'Crustal Movements' of the earth? Discuss briefly the origin and main results of such movements.

4 Discuss fully the cycle of river erosion. How far is the use of the word 'Cycle' justified here?

5 Discuss fully the 'Law of Glacial erosion' and its results.

6 How are limestones formed? What kinds of landforms are generally associated with them and under what condition? Point out the main economic uses of limestones.

7 Describe the main features of the Koeppen's classification of climates. In what way is this classification superior to others.

8 Discuss fully the causes and practical implications of inversion of temperature.

9 Why are ocean currents formed? Discuss this in connection with the currents of the North Atlantic. In what way do the ocean currents influence the fishing industry.

10 Discuss briefly the origin ocean basins.

1950

1 Describe the various types of land-forms associated with volcanic landscape. Give examples from India and adjacent countries wherever possible.

2 Give a concise account of the important seismic belt of the world. Locate the important seismic zones in the Indian Union.

3 Discuss the important agents of denudation which have carved out typical landforms in different parts of India.

4 Write notes on any five of the following—

- (1) V—Depression,
- (2) The Mistral,
- (3) Obsequent streams,
- (4) Incised Meanders,
- (5) Recession of a water-fall and
- (6) Off-shore bar

- 5 Give an account of the cold currents of the southern hemisphere and discuss their influence on man
- 6 Discuss fully the origin and passage of a cyclone from the Bay of Bengal to the Indian Union

1949

- 1 Give a detailed description of the geomorphology of any area with which you are personally acquainted
- 2 Give a concise account of the various types of short lines connected with the elevation and submergence of land Give examples preferably from India
- 3 Write a reasoned account of the evolution of desert topography, giving examples wherever possible
- 4 Discuss how structure may influence the topography in different regions, the geology remaining the same Give examples
- 5 Give a concise account of the important theories of the origin of cyclonic depressions developing in both tropical and temperate latitudes
- 6 Discuss concisely the various theories which have been advanced to explain the origin of forces responsible for the dislocation of continents, mountain-building and continental drift Give examples
7. Write an essay on any one of the following—
 - (1) The Coral Reef Problem,
 - (2) Upper atmosphere investigation, and
 - (3) A normal cycle of erosion
- 8 What testimony would you offer in proof of the occurrence of recent earth movements Give examples, preferably from India.

1948

1. Give a concise account of the theory of Isostasy illustrating your answer with examples from India.
2. Give a brief account of the problem of soil erosion in India, with sp. ref to the reclamation of the ravine lands
3. Describe briefly, with sp ref to India, landforms connected with volcanic activity.
- 4 Write notes on—
 - (1) River Corrasion,
 - (2) Chemical Weathering,
 - (3) Coast-lines connected with general subsidence and faulting, and
 - (4) Nunataks.
- 5 Why should a geographer study rocks? What is the importance of divisional planes in the development of landforms?
- 6 Give a concise account of the influence of the parent rock and climate in soil-formation Give examples preferably from India.
7. Discuss the factors that modify the equatorial climate, giving examples in each case

8. What factors make the hydrology and topography of a limestone district distinctly peculiar? Give a concise account of the drainage and topography of a limestone district, preferably in India

9. Give a short account of the history of a folded mountain range. What other agencies may be responsible for mountain formation. Give examples preferably from India

1947

1. Write a critical account of the inter-continental drift theory of Wegener

2. Discuss, with illustrations, the importance of the conception of the normal cycle of erosion in the study of landforms

3. Compare and contrast between glacial and fluvioglacial deposits. Is there any evidence of glaciation in India during the Pleistocene ice age?

4. 'Out of the geo-synclines have come the mountains'. Elaborate this statement with ref. to either the Himalayas or the Alps.

5. Describe the characteristics of a Karst topography and explain the causes of such characteristics. In what ways may a cycle of erosion be initiated in Karst regions

6. What types of coast lines were recognized by Suess? Mention their characteristics and on an outline map of the world indicate their distribution

7. Describe fully main features of the Atlantic bottom relief

8. Write an explanatory account of the principal types of deposit on the different parts of the ocean floor

9. Analyse carefully the climates of the following regions and account for the differences between them—

(i) The Sahara, and

(ii) The East Indies

10. Discuss the principal theories of the origin of cyclonic depressions

परिशिष्ट ८

प्रमुख सहायक ग्रन्थों की मूची

1. Ahmad, Kazi Saied-ud-din : Major Natural Regions.
2. Bahl and Tuli. : Essentials of Physical Chemistry.
3. Basu and Chatterji : General Properties of Matter and Heat
4. Bennett, H. H. : Elements of Soil Conservation.
5. Blair, T. A. : Climatology.
6. Brunt, David. : Meteorology
7. Byers, H. R. : General Meteorology.
8. Bygott, John : An Introduction to Map work and Practical Geography.
9. Carrington, Richard. : A Guide to Earth History.
10. Chamberlin, T. C. : The Origin of the Earth.
11. Chatterji, S. B. : Indian Climatology.
12. Chatterji, S. C. : The Physical Basis of Geography.
13. Chhibber, H. L. ; India Part one.
14. Chhibber, H. L. : The classification and origin of plateaux with special reference to India and adjacent countries (Bulletin No. 8, National Geographical Society of India)
15. Chhibber, H. L. : The origin of forces responsible for disruption of continents, mountain—building and continental drift : origin and permanence of ocean basins and distribution of land and sea (Bulletin No. 5, National Geographical Society of India)
16. Coleman : Ice ages.
17. Colman, J. S. : The sea and its mysteries.
18. Cotton, C. A. : Geomorphology.
19. Cotton, C. A., : Climatic accidents in landscape formation.
20. Cotton, C. A. : Volcanoes as landscape forms.
21. Daly, R. A. : Our mobile earth.
22. Datta, A. K. : Introduction to physical geology.
23. Davis , W. M. : Geographical essays
24. Douglas, T. S. : The wealth of the sea.
25. Dabey, R. N. : Physical Basis of Geography.
26. Du Toit, A. L. : Our wandering continents.
27. Dwerryhouse, A. R. : Geological and topographical maps.
28. Finch and Trewartha : Physical elements of geography.
29. Finch, Trewartha and Shearer : The Earth and its Resources.
30. Flint, R. F. : Glacial geology and the pleistocene epoch.
31. Fox, C. S. : Physical geography for Indian students.
32. Freeman and Raup : Essentials of Geography.
33. Gamov, George. : Biography of the Earth.

34. Geikie, James. : Earth sculpture.
35. Glover, Harold : Soil erosion (Oxford pamphlet)
36. Gregory and Barrett : General stratigraphy
37. Haurbi z id Austin : Climatology.
38. Henderso J. : G ology and its relation to landscape.
39. Hind : Geomorphology.
40. Hobbs, W. H. : Earth features and their meaning.
41. Hobbs, W. H. : Earth Evolution and its facial expression
42. Holmes, Arthur : Principles of Physical Geology.
43. Hora, S. L. : An outline of the field sciences in India.
44. Horrocks, N. K. : Physical geography and Climatology.
45. Humphreys, W. J. : Physics of the air.
46. Huntington and Cushing : Principles of human geography.
47. Jenkins, H. : A text book of Oceanography.
48. Johnstone, J. : An Introduction to Oceanography.
49. Joly, John : The surface-history of the Earth.
50. Kapur, A. N. : College Geography made easy.
51. Kellaway, G. P. : A Background of Physical geography.
52. Kendrew, W. G. : Climatology.
53. Kendrew, W. G. : The Climates of the continents.
54. Koeppe and Long. : Weather and climate.
55. Krishnan, M. S. : Geology of India and Burma
56. Lake, Philip : Physical Geography
57. Lobeck, A. K. : Geomorphology.
58. Lyon, Buckman and Brady : The nature and properties of soils.
59. Madras Govt. Publication : Soil Erosion its prevention and control
60. Marmar, M. A. : The sea.
61. Marr, J. E. : The scientific study of scenery.
62. Martonne, E. De A shorter physical geography.
63. Milham, W. J. : Meteorology.
64. Miller, A. A. : Climatology.
65. Milne, J. : Earthquakes and other earth-movements.
66. Monkhouse, F. J. : The Principles of physical geography.
67. Moore, W. G. : A Dictionary of Geography.
68. Murad and Bhargava : General Properties of Matter and Heat.
69. Newbigin, M. I. : Animal geography.
70. Newbigin, M. I. : Plant and animal geography.
71. Ommanney, F. D. : The ocean.
72. Peel, R. F. : Physical Geography.
73. Penck, W. : Morphological Analysis of landforms.
74. Petterssen, Sverre : Introduction to meteorology.
75. Preece and Wood : Foundations of Geography.
76. Salisbury, R. D. : Physiography.
77. Shand, S. J. : The study of Rocks.
78. Skeats, E. G. : The principles of geography.
79. Scott, W. B. : An introduction to geology.
80. Smart, W. M. : The origin of the earth.
81. Stamp, L. D. : Asia
82. Stamp, L. D. : The earth's crust.

83. Steers, J. A. : The unstable earth.
84. Stommel, Henry : Science of the seven seas.
85. Sverdrup, H. U. : Oceanography for meteorologists.
86. Sverdrup, Johnson and Fleming : The oceans—their physics, chemistry and general biology.
87. Tarr and Martin : College physiography.
88. Tarr and Von Engeln : New physical geography.
89. The National Geographic Magazine (several issues).
90. Thornbury, W. D. : Geomorphology.
91. Trewartha, G. T. : An introduction to climate.
92. Tyrell, G. W. : The Principles of petrology.
93. Tyrell, G. W. : The earth and its mysteries.
94. Von Engeln, O. D. : Geomorphology.
95. Wadia, D. N. : Geology of India.
96. Wegener, A. : The origin of continents and oceans.
97. Willows, R. S. : A text book of physics.
98. Woolridge and Morgan. : An outline of geomorphology.
99. Worcester, P. G. : Geomorphology
- 100 Wright, W. B. : The quaternary ice age.
- 101 कपूर, अमरनाथ : भौगोलिक शब्दकोष और परिभाषायें
- 102 'नवनीत' के अनेक अंक
- 103 मिश्र, बिहारीलाल : मा'तवर्ष भाग १
- 104 आर्मा निरंजन लाल : भारतवर्ष की खनिजात्मक सम्पत्ति
- 105 शिक्षा (अप्रैल १९४८)
- 106 श्रीवास्तव, जनार्दन प्रसाद-भौमिकीय निबन्धावली
- 107 श्रीवास्तव जनार्दन प्रसाद : मध्य-पूर्व की भौगोलिक भूमिका
- 108 ज्ञानोदय (विज्ञान-अंक १९५९)

परिशिष्ट ९

प्रामाणिक भौतिकीय कालक्रम सारिणी

(Table showing standard geological eras)

कल्प (Eras)	युग (Periods)
तुरीय कल्प (Quaternary)	{ अभिनव (Recent) { प्रातिनूतन (Pleistocene)
तृतीयक कल्प (Tertiary)	अतिनूतन (Pliocene) मध्यनूतन (Miocene) आदिनूतन (Oligocene) प्रादिनूतन (Eocene)
मध्य कल्प (Mesozoic)	{ खटी (Cretaceous) { महासरट (Jurassic) { रस्ताश्म (Triassic)
पुराकल्प (Palaeozoic)	गिरि (Permian) अगार (Carboniferous) मत्स्य (Devonian) प्रवालादि (Silurian) अवरप्रवालादि (Ordovician) कैम्ब्रियन (Cambrian)
उषः कल्प (Eozoic)	{ आदि (Algonkian)
वाच कल्प (Archaean)	{ वाच (Archaean)

भूल सुधार : पृष्ठ २५७ और २५८ के बीच की अन्तर्वस्तु जो यथा-स्थान नहीं दी जासकी :—

(ख) महासागरीय वनस्पति

महासागरीय वनस्पति का महत्व इसी कथन से स्पष्ट है कि उस पर ही वहाँ के जीव-जन्तुओं का जीवन निर्भर है।

जिम प्रकार भौम-पादपों में अनेक प्रकारे पाई जाती हैं, उस प्रकार महासागरीय वनस्पति में प्रकारे नह। पाई जाती। यह उसकी महत्वपूर्ण विशेषता है। इसका कारण महासागर के वातावरण की मौलिक विभिन्नता है। प्रकाश एव अन्तर केवल सुवेला-प्रदेश (Eulittoral Zone) में पाये जाते हैं, जो सागर-नितल का केवल २ प्रतिशत अंश है।

समस्त वनस्पतियों को हम चार विभागों में बांट सकते हैं —

(१) सूत्रोद्भिद (Thallophyta) (२) हरितोद्भिद (Bryophyta)
(३) पर्णादिका (Pteridophyta) (४) बीजोद्भिद (Spermatophyta)

इन्में से केवल पहली और चौथी प्रकार की वनस्पति सागर में मिलती हैं।

न विभाग का उपविभाग और उपविभागों को पुन अन्तर्विभागों में बांटा जा सकता है, किन्तु यह कार्य वनस्पतिशास्त्र के विशेषज्ञों का है, हमारा अभिप्राय तात्कालिकत मक्षिप्त वर्गीकरण द्वारा सिद्ध हो जाता है।

(१) सूत्रोद्भिद: (Thallophyta)

प्रायः समस्त सागरीय वनस्पति इस विभाग के अन्तर्गत है। उसमें ऐसे आद्य-पादपों के होते हैं, जिनके शरीर में वर्तमान अंग का भिन्न (Differentiation of vegetative organ) नगण्य होता है अर्थात् इन्में यथायत्न मूल, पत्र कुछ भी नह। होते। इन पादपों में महासागरीय आप्यका (Marine algae) एव महासागरीय कवलादि (Marine fungi) विशेषकर साकाणव (Bacteria) प्रमुख हैं। लाक्षणिक वर्णों के अनुसार इन्हे पुन पांच श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है —

(क) नील-हरि आप्यका (Blue green algae)

(ख) हरित आप्यका (Green algae)

(ग) बभ्रु आप्यका (Brown algae)

(घ) रक्त आप्यका (Red algae)

(ङ) पीत हरित आप्यका (Yellow green algae)

इन्में से प्रथम चार (नील-हरि आप्यका की कुछ प्रकारों को छोड़कर) आमकृत-पादप (Attached plants) हैं और पीत-हरित आ पीत-हरित-पादप (Floating plants) हैं।

(क) नील-हरि आप्यका.

यह सबसे कम महत्वपूर्ण है। अलवण (Fresh) एव आवलण (Brackish) जल में यह बहुत पाई जाती है। उष्ण-जल में यह अधिक मिलती है।

(ख) हरित आप्यका:

यह बेला प्रदेश के ऊपरी भाग में लगभग १० मीटर की गहराई तक पाई जाती है। उष्ण सागरी में इसका बहुल्य है।

(ग) बभ्रु आप्यका.